JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

SAINT-DENIS. — IMPRIMERIE CH. LAMBERT, 17, RUE DE PARIS.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR MM.

Charles ROBIN

Membre de l'Institut,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine,

ET

G. POUCHET

Professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle.

DIX-HUITIÈME ANNÉE

1882

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

—

1882

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

RECHERCHES HISTOLOGIQUES

RELATIVES A L'ÉTAT

DU FOIE, DU REIN ET DU POUMON

DANS

L'EMPOISONNEMENT PAR LE PHOSPHORE ET PAR L'ARSENIC

Par V. CORNIL et BRAULT

(PLANCHES I et II.)

Les altérations survenues dans les organes à la suite de l'intoxication accidentelle ou expérimentale par le phosphore et par l'arsenic, sont connues depuis les travaux de Lewin (1), Ranvier, Fritz et Verliac (2), Saikowsky (3), Trost (4), Rœssingh (5), Scolosuboff (6), Gühtgens (7), Hofmann et Ludwig (8), Fraenkel (9), Weyl (10), Binz et Schulz (11).

On sait que ces modifications organiques consistent surtout en une dégénérescence graisseuse primitive et rapide des élé-

(1) Lewin. — *Archiv. de Virchow*, t. XXI, p. 506.
(2) Ranvier, Fritz et Verliac. — *Archives générales de médecine*, 1863.
(3) Saikowsky. — *Archives de Virchow*, t. XXXIV, p. 73, 1865.
(4) Trost. — *Viertels Jarschrift für gerichtliche Medicin*, etc., 1873, p. 269.
(5) *Inaugural Dissertation*. Groningen, 1872.
(6) Scolosuboff. — *Archives de physiologie*, 1875, p. 653.
(7) Ghütgens. — *Centralblalt für Wissenchaft Medicin*, 1876.
(8) Hofmann et Lüdwig. — *Med. Jarbricher* de Stricker, 1877.
(9) *Berliner Klinische Wochenscrift*, n° 19, 1878.
(10) *Archiv. für Heilkunde*, t. XIX, p. 163, 1878.
(11) *Centralblalt für Wissench. Medicin*, 1879, p. 17.

ments soumis à l'influence du phosphore et de l'arsenic. Mais il est difficile de préciser comment les particules phosphorées introduites dans le sang agissent sur les cellules des tissus.

Bien que le résultat final de nos expériences ne diffère pas sensiblement de ce qu'ont obtenu la plupart des auteurs, nous avons pensé qu'il était intéressant de décrire dans le détail les lésions cellulaires à leur début, ainsi que leur répartition dans le foie, le rein et le poumon.

Cette étude peut être facilement poursuivie dans ces organes ; elle nous donne des renseignements précis sur l'évolution des lésions, sur leur siège et sur la nature des phénomènes observés.

Nous nous sommes servis des cobayes comme animaux d'expérience. Pour les empoisonner avec le phosphore nous avons employé les têtes de grosses allumettes chimiques écrasées et tenues en suspension dans une solution sirupeuse de gomme. Le liquide administré par la bouche à l'aide d'une pipette, en une seule dose correspondant à quatre ou cinq allumettes chimiques, donne des accidents qui se terminent spontanément en deux, trois ou quatre jours par la mort. On n'a pas besoin de répéter l'administration du poison.

Il n'en est pas de même pour l'empoisonnement par l'arsenic. Si l'on introduit de la même façon une solution sucrée contenant en suspension cinq centigrammes d'acide arsénieux, l'animal ne paraît nullement en souffrir tout d'abord et le lendemain il est aussi gai que la veille. Aussi avons-nous donné plusieurs jours de suite la même dose de ce poison que les cobayes prennent sans difficulté. Ils rendent en effet, par les selles et par les urines, de grandes quantités d'arsenic et les supportent sans paraître malades pendant quatre à cinq jours. Nous avons, avec l'aide de M. Berlioz, interne en pharmacie, analysé les déjections de ces cobayes qui continuaient à courir et à manger comme si de rien n'était. Ils meurent cependant, à un moment donné, de symptômes pulmonaires ; on trouve alors de la congestion ou de l'apoplexie des poumons, mais rien d'appréciable à l'œil nu du côté de l'estomac ni des intestins. Nous reviendrons bientôt sur les caractères de la lésion pulmonaire.

Il existe, comme on le voit, entre le mode d'action de l'arsenic et celui du phosphore une différence très marquée, ce dernier

donnant très rapidement des accidents qui se déroulent avec régularité et constance, tandis que l'arsenic est moins sûr dans ses effets. Pour étudier la succession des lésions et leur marche, nous avons sacrifié les animaux à des époques déterminées, quelques heures, une demi-journée, un, deux, trois et quatre jours après le début de l'intoxication.

§ 1. — Empoisonnement par le phosphore.

Foie. — Le foie est l'un des premiers organes atteints après l'introduction du phosphore dans le tube digestif. Relativement à son mode d'action on peut faire l'une des deux hypothèses suivantes : 1° des particules très ténues de phosphore absorbées dans l'intestin par les radicules du système porte sont transportées directement dans la glande hépatique et agissent sur les cellules ; 2° les liquides digestifs modifiés par le phosphore et par ses produits de dédoublement deviennent pour le foie des agents de destruction.

Quoiqu'il en soit, les lésions débutent par la portion du lobule hépatique qui est en rapport immédiat avec les branches interlobulaires du système porte.

Pour bien apprécier les modifications de structure du foie, il est indispensable d'étudier d'abord une coupe du parenchyme normal durci préalablement par l'acide osmique.

Il est inutile d'insister sur la nécessité de l'emploi de ce dernier réactif pour l'étude de phénomènes pathologiques où les altérations graisseuses jouent le principal rôle. D'ailleurs, des examens comparatifs ont été faits sur des pièces préparées après durcissement par l'alcool absolu et par le liquide de Müller.

Sur la figure 1, pl. 2, dessinée d'après une préparation d'un foie normal après l'action de l'acide osmique, on voit que les cellules sont irrégulièrement polyédriques. Elles présentent un bord très net, à double contour ; l'intérieur de la cellule est très clair, et le noyau paraît comme suspendu au sein d'une substance semi-liquide légèrement grenue représentant le protoplasma. Cette substance, en se coagulant sous l'influence du réactif, simule un réticulum fin dont les travées s'appuient sur le noyau, de telle sorte que ce dernier paraît présenter de légères expansions protoplasmiques.

Rarement les noyaux sont au nombre de deux. Les travées cellulaires sont séparées par les capillaires sanguins, dont la lumière contient quelques globules rouges, et dont la paroi présente de place en place une cellule endothéliale très pâle à noyau allongé.

Tel est en résumé l'apparence des cellules hépatiques normales. Or, très peu de temps après l'empoisonnement phosphoré des modifications très accentuées se produisent dans le parenchyme.

Les figures 2 et 3, pl. 1, représentent l'une, à un très faible grossissement (40 diamètres), l'autre à un grossissement beaucoup plus considérable (350 diamètres), l'aspect présenté par le foie six heures seulement après l'introduction du phosphore dans l'estomac.

Le centre de la figure 2 est occupé par deux rameaux portes interlobulaires *v* autour desquels il existe une zone très limitée pointillée de granulations noires qui ne sont autres que de la graisse colorée par l'acide osmique. Sur une coupe d'ensemble comprenant 10 ou 15 lobules hépatiques, et vus au même grossissement, on constate que la disposition des granulations graisseuses est toujours la même. Chaque petit système porte interlobulaire est entouré d'une atmosphère formée de granules graisseux, tandis que le centre du lobule présente au contraire son aspect habituel.

Ces premières notions connues sur la topographie de la lésion, étudions le détail des altérations cellulaires représenté dans la figure 3.

Nous ferons remarquer que cette figure a été prise tout à fait sur le confin de la zone graisseuse et de la zone saine; c'est dans cette zone de transition que l'on doit en effet étudier de préférence le début des modifications pathologiques. Les cellules apparaissent considérablement dilatées et comme distendues par une substance semi-liquide très granuleuse; cette substance présente certainement une faible cohésion, car sur les coupes très minces elle n'est plus visible et lorsque l'altération est plus accentuée, tout le contenu cellulaire, le protoplasma et le noyau, peut être entraîné par le rasoir. En *c*, par exemple, on voit un espace clair qui représente la place vide occupée primitivement par le noyau d'une cellule.

Les noyaux sont pâles et ne présentent pas de nucléole. Sur les pièces durcies au moyen de l'alcool absolu, ils se colorent mal par le carmin.

La paroi des cellules est au contraire conservée et présente un double contour très net. Entre les cellules on observe des fentes allongées occupées par les capillaires sanguins dont les cellules endothéliales sont indiquées par leur noyau. Quelques-uns de ces capillaires sont distendus par du sérum sanguin coagulé en noir par l'acide osmique ainsi que le montre la partie inférieure de la figure 3.

La cuticule qui sépare deux cellules peut s'amincir progressivement et disparaître, si bien que deux cellules primitives ne forment plus qu'une cavité unique.

Dans la zone graisseuse proprement dite les cellules présentent, en outre des altérations que nous venons de décrire, des granulations graisseuses en assez grand nombre.

L'altération cellulaire que nous venons de décrire présente donc en résumé les phases suivantes : tuméfaction trouble, dilatation vésiculeuse, transformation graisseuse partielle avec altération du noyau. Cette série de phénomènes pathologiques est bientôt suivie de la transformation graisseuse totale et de la désorganisation complète de la cellule.

En suivant jour par jour les lésions, nous voyons en effet leur intensité augmenter rapidement. Au bout de vingt-quatre heures d'empoisonnement les altérations du foie sont déjà très avancées.

La figure 4, pl. 1 (dessinée à 30 diamètres), obtenue sur une pièce durcie par l'alcool absolu et colorée au picro-carmin, nous offre deux lobules dont la partie centrale est relativement intacte, mais dont la périphérie est au contraire complètement modifiée. Le centre de la zone claire, sur laquelle le picro-carmin a peu agi, est occupé par une branche de la veine porte *v* et par un petit amas de cellules lymphatiques.

La présence de ces derniers éléments n'indique nullement qu'il existe des phénomènes réactionnaires et inflammatoires généraux, elle est plutôt en rapport avec des phénomènes de stase ou de gène de la circulation locale. Nulle part, en effet, on ne rencontre d'inflammation véritable; les amas leucocytiques sont très rares sur toute la série des préparations que

avons examinées; ils paraissent être simplement le résultat d'une congestion passagère.

Le réticulum figuré dans la partie claire de la figure 4 représente le tissu fibreux et les capillaires du foie rendus plus apparents par la destruction des cellules de la zone graisseuse.

Un point très limité de cette zone a été représenté dans la figure 6, pl. 1.

Les cellules de la figure 6 sont dilatées, vésiculeuses; elles ne renferment que des granulations d'une finesse extrême; une partie de leur contenu s'est même échappée, et les granulations graisseuses sont peu visibles. La plupart de ces granulations ont été dissoutes par l'alcool absolu qui a été employé dans cette circonstance comme réactif durcissant. Les noyaux sont très faiblement colorés par le carmin, ils sont vésiculeux et limités par un double contour.

Les cellules des capillaires sanguins présentent des noyaux très nets.

Les granulations graisseuses sont beaucoup plus faciles à voir sur la figure 5, pl. 1, dessinée après l'action de l'acide osmique. On trouve sur cette préparation des modifications très avancées. A la place des cellules hépatiques on ne voit plus que des mailles assez larges dont les travées *p* sont formées par des vaisseaux capillaires et par la cuticule des cellules en partie conservée. Les mailles sont remplies par un détritus graisseux et elles contiennent aussi des noyaux libres appartenant aux cellules hépatiques préexistantes.

A la partie inférieure de la figure il existe un capillaire biliaire intact, rempli de petites cellules épithéliales.

Il y avait donc dans ce foie, après vingt-quatre heures d'empoisonnement, des points où le contenu cellulaire de tous les éléments voisins de la veine porte interlobulaire avait disparu. Les branches de la veine porte semblaient occuper le centre d'un système lacunaire dont les travées étaient représentées par les vaisseaux capillaires et par la cuticule des cellules hépatiques demeurées en place.

Il nous reste peu de chose à ajouter pour compléter la description des altérations cellulaires du foie, car à partir d'un certain moment les éléments présentent toujours le même aspect.

Sur la figure 7, obtenue après quatre jours d'empoisonnement,

on voit que le lobule est altéré dans toute son étendue. Néanmoins, il est visible que le maximum d'altération du parenchyme correspond à la périphérie de l'îlot. Il n'y a pas d'exception à cet égard. Tous les éléments ont conservé leur place respective, mais les cellules périphériques sont dilatées, vésiculeuses et contiennent beaucoup plus de granulations graisseuses que celles du centre de l'îlot.

Enfin, dans les degrés les plus avancés, au bout de sept jours par exemple, le lobule hépatique traité par l'acide osmique, apparaît comme un bloc uniformément noir et presque tous les éléments présentent l'aspect qui a été reproduit par la figure 8, pl. 2, où l'on voit deux cavités complètement remplies de grosses granulations graisseuses. Il serait impossible de dire que ces cavités représentent des cellules hépatiques remplies de graisse si l'on ne connaissait déjà tous les degrés intermédiaires de leurs altérations.

Jusqu'à présent nous avons omis de parler des canalicules biliaires et des veines portes. Pour ce qui est des premiers organes, on peut s'assurer, sur la série des préparations, que même dans les degrés les plus avancés de la désorganisation hépatique, ils apparaissent à peu près intacts. Les figures 5 et 7 montrent des canalicules dont la lumière est libre et l'épithélium normal. Dans quelques points les cellules cylindriques sont légèrement granulo-graisseuses.

Ce fait est en opposition avec les résultats obtenus par O. Wyss, qui décrit un catarrhe des voies biliaires dans l'empoisonnement par le phosphore et qui s'appuie sur l'existence de ce catarrhe pour expliquer l'ictère.

Peut-être les résultats diffèrent-ils sur les animaux autres que les cobayes. Mais, dans toutes nos observations, nous ne relevons aucun catarrhe du système biliaire, et nous pouvons ajouter que jamais il ne nous a été possible de constater la présence de la bile dans l'urine.

Ce fait mérite d'être signalé car chez l'homme, dans l'intoxication phosphorée, l'ictère est la règle.

Quant aux vaisseaux portes, en outre de la dilatation qu'ils présentent en certains points, ils contiennent souvent des granulations graisseuses assez abondantes noyées au milieu du

sérum et des globules sanguins. Pareille observation peut être aite pour les veines sus-hépatiques.

La série des phénomènes précédemment décrits ne laisse aucun doute sur la nature du processus histologique. Les lésions cellulaires, depuis le début jusqu'à l'altération la plus avancée, sont essentiellement régressives. La dilatation vésiculeuse de la cellule et du noyau, la difficulté, pour ne pas dire l'impossibilité de colorer ce dernier dans certains cas, la dégénérescence graisseuse rapide et complète qui termine la série des modifications pathologiques élémentaires prouvent que le phosphore détruit les éléments sur place sans provoquer de phénomènes réactionnels ni d'inflammations de voisinage. C'est de la nécrobiose pure.

L'examen attentif des autres organes ne fait que confirmer cette manière de voir.

Rein. — Les lésions du rein que nous allons passer maintenant en revue, n'apparaissent pas aussi vite que celles du foie. En effet, après 6 heures d'empoisonnement, il existe peu de changement de structure, mais après 24 heures les tubes contournés ont déjà subi l'atteinte du poison.

Les cellules des tubes contournés sont restées en place et présentent toutes un noyau volumineux. Leurs limites sont encore très nettement dessinées, mais leur contenu est trouble, granuleux et mélangé d'une grande quantité de fines granulations graisseuses. La figure 9, pl. 2, qui représente ces détails avec beaucoup de netteté montre également le centre du tube occupé par un coagulum noirâtre de sérum sanguin exsudé probablement dans un glomérule dont l'épithélium vasculaire était atteint. Les cellules endothéliales des vaisseaux résistent en effet assez longtemps à la transformation granulo-graisseuse, mais, vers le quatrième ou cinquième jour, la dégénérescence graisseuse de l'endothélium vasculaire peut-être observée.

Au quatrième jour de l'empoisonnement, l'épithélium des tubes contournés est presque complètement détruit ainsi que le démontre la figure 10, pl. 2. Déjà les cellules ne présentent plus de contour net que du côté de la lumière du tube. Elles sont en effet confondues par leurs bords. Leurs noyaux, s'ils existent, sont perdus au milieu des grosses granulations grais-

seuses qui infiltrent leur protoplasma. Nous avons observé des figures absolument analogues chez l'homme à la suite de la mort rapide par ictère grave.

Il est bon de remarquer également que la lumière du tube représenté figure 10 est absolument libre. C'est là le cas le plus fréquent. Il n'existe habituellement aucun exsudat dans l'intérieur des canalicules et il en est de même chez l'homme dans les altérations du rein par ictère grave auxquelles nous avons fait précédemment allusion.

Il nous semble inutile d'insister sur les altérations déterminées dans le rein par le phosphore, parce qu'elles sont bien connues, et nous terminerons l'exposé des lésions dues à l'intoxication phosphorée par l'une des plus curieuses, celle du parenchyme pulmonaire.

Poumon. — Assez fréquemment le poumon est indemne ; dans quelques faits il présente des noyaux rougeâtres dans lesquels les lésions congestives entrent pour la plus grande part. L'examen histologique des parties atteintes prouve, ainsi que le représente la figure 11, pl. 2, que les capillaires alvéolaires sont distendus par le sang ; quelquefois même ils sont rompus et un épanchement sanguin se fait dans l'alvéole. Il en résulte un petit foyer hémorrhagique. Cependant nulle part on ne trouve de lésions inflammatoires, de lésions pneumoniques par exemple.

Les alvéoles contiennent un liquide légèrement coloré en gris par l'acide osmique, quelques rares cellules lymphatiques et un nombre également très restreint de cellules alvéolaires desquamées.

Mais la lésion la plus intéressante porte sur les cellules de revêtement des parois alvéolaires.

Appliquées comme on le sait à l'état normal contre la paroi, elles offrent des dimensions peu considérables, et ne se révèlent que par la coloration de leur noyau, leur protoplasma étant d'une grande minceur et transparent.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur la figure 11, pour constater immédiatement l'état irrégulièrement globuleux des ces cellules ; adhérentes à la paroi alvéolaire par une de leurs extrémités, elles font une saillie très appréciable dans l'alvéole pulmonaire, quelquefois même elles tombent dans sa cavité. Elles sont rem-

plies de grosses gouttelettes de graisse qui repoussent souvent le noyau contre le bord de l'élément.

La figure 11 représente l'ensemble du poumon vu à un faible grossissement. Le contour des alvéoles est très nettement indiqué par l'altération des cellules de la paroi dont les granulations graisseuses forment un pointillé noir assez serré.

Ce poumon a été dessiné quatre jours après le début de l'empoisonnement. Avec de forts grossissements, on y constatait l'état granuleux et graisseux des cellules endothéliales de certains capillaires. Cette altération graisseuse des cellules endothéliales des vaisseaux, difficile à observer sur le poumon où les éléments cellulaires sont très nombreux, est bien plus nettement marquée sur les capillaires inter-fasciculaires du muscle cardiaque.

La paroi des capillaires du poumon n'étant plus soutenue ni par les cellules alvéolaires presque complètement détachées ni par des cellules endothéliales altérées, on comprend que les hémorrhagies locales puissent se produire avec une assez grande facilité.

Toujours est-il que ces modifications amènent une gêne circulatoire et des phénomènes de stase plus ou moins accusés et préparant les extravasations sanguines. Mais, on le voit, il n'existe là aucun phénomène inflammatoire. Les alvéoles sont libres, ne contiennent ni fibrine, ni cellules proliférées.

§ 2. — Empoisonnement par l'arsenic.

Les lésions de l'empoisonnement expérimental par l'arsenic diffèrent peu de celles obtenues par l'intoxication phosphorée.

Nous avons déjà indiqué qu'avec l'arsenic les résultats étaient beaucoup plus irréguliers, beaucoup plus inconstants et beaucoup plus longs à se traduire par des symptômes manifestes.

Le phosphore détermine constamment chez le cobaye des accidents rapides et une prostration extrême ; l'arsenic au contraire même à la dose massive de 4 à 5 centigrammes par jour peut être supporté pendant quelque temps.

Néanmoins les animaux, après avoir présenté un état de santé assez bon, sont bientôt emportés par des accidents rapides.

Dans ces conditions on trouve toujours des altérations organiques appréciables, mais bien moins nettement limitées qu'avec le phosphore.

Le *foie* est en dégénérescence graisseuse. Mais les lésions des cellules ne sont pas limitées, dès le début de l'empoisonnement, ni localisées de préférence à la partie périphérique des îlots comme cela a lieu dans l'empoisonnement par le phosphore. De plus les cellules ne présentent ni tuméfaction ni ramollissement de leur protoplasma ni l'apparence reticulée que nous avons observés dans l'intoxication phosphorique. L'îlot hépatique est altéré uniformément; les cellules sont remplies et tuméfiées par des granulations graisseuses de volume moyen, moins grosses que celles de l'empoisonnement par le phosphore.

Le *rein* présente aussi une dégénérescence graisseuse limitée à quelques-uns des tubes urinifères; les tubes soit contournés, soit droits, sont loin d'être tous envahis. Les tubes altérés présentent dans l'intérieur de leurs cellules des granulations graisseuses fines.

Poumon. — Le maximum des lésions se trouve, non dans l'intestin ou l'estomac comme cela a été indiqué chez l'homme, mais bien dans le poumon.

La figure 12 qui se rapporte à un de ces faits présente des altérations très analogues à celles que nous avons précédemment indiquées dans l'empoisonnement par le phosphore; dilatation des capillaires par du sang, envahissement des cellules par de très grosses granulations graisseuses. Sur d'autres préparations plus étendues obtenues par durcissement et fixation avec la liqueur de Müller, on trouvait des points hémorrhagiques, des alvéoles pulmonaires remplis de sang, mais pas d'épanchement fibrineux ni de multiplication cellulaire. Le sang épanché avait même envahi quelques bronches dont la lumière était obstruée par un caillot.

L'hémorrhagie pulmonaire nous semble due à deux causes : 1° à la chute de l'épithélium pulmonaire primitivement rempli de grosses granulations graisseuses; 2° à une lésion granulo-graisseuse des cellules endothéliales des capillaires sanguins dilatés eux-mêmes par le sang.

Dans un de nos faits d'empoisonnement par l'arsenic, nous

avons trouvé des vaisseaux lymphatiques du poumon remplis de cellules lymphatiques et dilatés.

Nous ferons remarquer en terminant l'importance que présentent à tous égards ces processus nécrobiotiques d'emblée, cette destruction sur place des éléments cellulaires dans le foie, le rein et le poumon sans aucune trace d'inflammation.

Les congestions, les hémorrhagies si fréquentes dans les intoxications phosphorée et arsenicale doivent être mises surtout sur le compte des altérations vasculaires, de la dégénérescence graisseuse de l'endothélium des vaisseaux que nous avons mentionnée au courant de cette description. Elles sont plus fréquentes et plus intenses, même chez l'homme, à la suite de l'empoisonnement arsenical et atteignent surtout la muqueuse de l'estomac.

L'action du phosphore est telle qu'un morceau de cette substance peut séjourner sous la peau, perdre de son poids, être absorbé et déterminer la stétose des organes sans que le tissu conjonctif sous-cutané soit enflammé (expérience de Ranvier). Dans ces conditions le phosphore n'agit même pas comme le ferait un corps étranger.

Nous pouvons rapprocher également les lésions du rein observées dans cette étude expérimentale de ce qu'elles sont dans le cas d'ictère grave; nous rappellerons que dans cette maladie, les cellules du rein de l'homme conservent leur volume normal et qu'elles présentent simplement une infiltration graisseuse généralisée.

Ainsi, pour nous résumer, il existe des faits tirés soit de la pathologie expérimentale, soit de la pathologie humaine établissant l'existence de dégénérescence graisseuse d'emblée sans aucune réaction inflammatoire.

Dans l'empoisonnement par le phosphore, la dégénérescence graisseuse du foie débute par les cellules périphériques de l'îlot, s'accompagne d'un gonflement, d'une sorte de liquéfaction du protoplasma de ces cellules, et elle y est spécialement localisée pendant toute la durée des phénomènes morbides. La périphérie des îlots est transformée par suite des lésions cellulaires en un tissu aréolaire dont les travées sont formées par les vaisseaux ca-

pillaires et la cuticule des cellules. La dégénérescence du foie obtenue par l'empoisonnement arsénical est moins intense, moins constante, moins régulière et elle atteint uniformément tout l'îlot.

Le poumon est le siège, dans l'empoisonnement par le phosphore et dans l'empoisonnement par l'arsenic, d'une lésion, d'une dégénérescence graisseuse qui porte sur l'endothélium des vaisseaux capillaires et sur l'épithélium de revêtement des alvéoles. Ces cellules épithéliales sont remplies de grosses granulations de graisse. Il en résulte des hémorrhagies pulmonaires et bronchiques.

Le rein n'est que partiellement altéré par l'empoisonnement arsenical.

EXPLICATION DES FIGURES.

Planche I.

Fig. 2. — Empoisonnement par le phosphore. — Début de la dégénérescence graisseuse du foie autour des branches interlobulaires de la veine porte, six heures après l'ingestion du poison.

v, v, section des rameaux de la veine porte; *a*, granulations graisseuses.

Grossissement de 40 diamètres.

Fig. 3. — Section de la périphérie d'un lobule hépatique, six heures après le début de l'empoisonnement par le phosphore. Préparation à l'acide osmique.

a, paroi des cellules hépatiques; *b*, noyaux; *d*, protoplasma granuleux des cellules; en *c*, on voit un espace clair au milieu du protoplasma, le noyau ayant été entraîné par le rasoir; *g*, granulations graisseuses. Plusieurs des cloisons inter-cellulaires ont disparu ou sont en train de disparaître.

Grossissement de 350 diamètres.

Fig. 4. — Deux lobules hépatiques, vingt-quatre heures après l'empoisonnement par le phosphore. Préparation conservée dans l'alcool absolu et colorée au picro-carmin.

La partie médiane claire représente la périphérie des lobules.

v, veine porte périlobulaire autour de laquelle il s'est fait une diapédèse de globules blancs.

z, zone formée par les cellules hépatiques périlobulaires distendues, claires et transformées en un réseau à mailles fines.

i, partie moyenne et centrale de l'îlot hépatique dont les cellules ont conservé la forme et la disposition normales.

p, veine centrale de l'îlot.

Grossissement de 30 diamètres.

Fig. 5. — Réseau des cellules altérées de la périphérie de l'îlot hépatique examiné vingt-quatre heures après le début de l'empoisonnement par le phosphore. (Grossissement de 200 diamètres.) Le parenchyme hépatique est transformé en un réseau constitué par des travées *p* formées par les parois des cellules et des vaisseaux capillaires. A la place de cellules, on ne trouve plus que des cavités contenant, au milieu d'un liquide, des noyaux libres *n*, et des granules de graisse *g*.

v, vaisseau capillaire contenant des globules rouges.

c, *b*, cellules épithéliales normales d'un canalicule biliaire.

Fig. 6. — Cellules hépatiques de la zone périphérique des alvéoles, vingt-quatre heures après le début de l'empoisonnement.

Ces cellules sont vésiculeuses, tuméfiées ; leur protoplasma *a* est granuleux. Leurs noyaux *b* sont vésiculeux, plus gros qu'à l'état normal, et ils présentent un double contour. La paroi mince des cellules *p* est bien nette. Dans la même cellule on trouve souvent deux noyaux *n*; *v*, noyaux des vaisseaux capillaires.

Grossissement de 200 diamètres.

Fig. 7. — Un segment de lobule hépatique préparé à l'acide osmique, quatre jours après le début de l'empoisonnement par le phosphore.

b, partie périphérique d'un lobule; *a*, partie périphérique d'un autre lobule; en *a* et en *b*, les cellules hépatiques sont transformées en petites cavités qui contiennent des granulations graisseuses et des noyaux. Dans le reste du lobule, en *c*, les cellules sont de volume normal et disposées régulièrement en travées.

v, veine centrale du lobule; *p*, branche de la veine porte, dans laquelle on voit des granulations graisseuses.

Grossissement de 80 diamètres.

Planche II.

Fig. 1. — Coupe du tissu normal du foie du cobaye durci par l'acide osmique.

a, protoplasma des cellules; *b*, leur paroi; *c*, leurs noyaux présentant des prolongements protoplasmiques rameux; *v*, vaisseaux capillaires contenant des globules rouges.

Grossissement de 350 diamètres.

Fig. 8. — Remplissage complet des mailles de la zone réticulée périphérique des lobules hépatiques dans l'intoxication par le phosphore.

p, paroi de ces cellules ; *o*, granulations graisseuses; *r*, globules de graisse plus volumineux.

Grossissement de 350 diamètres.

Fig. 9. — Section transversale du rein, vingt-quatre heures après l'empoisonnement par le phosphore.

a, granulations de graisse situées dans les cellules un peu tuméfiées; *c*, liquide contenu dans la lumière des tubes et au milieu

desquels on voit des boules colloïdes *b*; *v*, *v*, vaisseaux capillaires; *n*, noyau des cellules; *m*, paroi hyaline du tube.

Grossissement de 350 diamètres.

Fig. 10. — Section d'un tube urinifère dans un empoisonnement par le phosphore, datant de quatre jours.

La limite des cellules n'est plus reconnaissable; leur substance protoplasmique est remplie de petites et grosses granulations graisseuses; *m*, *n*, paroi du tube.

Grossissement de 350 diamètres.

Fig. 11. — Section du poumon dans un cas d'empoisonnement par le phosphore, au quatrième jour. Préparation durcie par l'acide osmique.

p, paroi des alvéoles; les cavités sont remplies par un liquide exsudé coagulé et coloré par l'acide osmique, et elles présentent souvent des globules rouges épanchés *g*.

a, cellules épithéliales de la paroi des alvéoles qui sont globuleuses, tuméfiées, souvent détachées et remplies de granulations graisseuses.

Grossissement de 200 diamètres.

Fig. 12. — Section obtenue après le durcissement dans l'acide osmique du poumon d'un cobaye empoisonné par l'acide arsénieux.

Les vaisseaux capillaires *v* font saillie dans la cavité des alvéoles, et ils sont pleins de globules rouges. Le protoplasma *a* des cellules est rempli de granulations graisseuses. Dans ces cellules, les noyaux *n* sont bien conservés.

Grossissement de 350 diamètres.

Fig. 13. — Paroi d'un alvéole pulmonaire dans l'empoisonnement par le phosphore.

La paroi *p* de l'alvéole est dépouillée de ses cellules épithéliales; *a*, cellules épithéliales détachées, rondes et pleines de granulations graisseuses.

Grossissement de 350 diamètres.

ÉTUDE

DE

L'ARTICULATION TEMPORO-MAXILLAIRE

CHEZ LES BALÆNOPTÈRES

Par le Dr H. BEAUREGARD

(PLANCHE III.)

Monsieur le professeur Pouchet dans le cours de sa mission en Laponie, avait été vivement frappé par le volume considérable de la masse fibreuse qui, chez les Balænoptères, occupe dans l'articulation temporo-maxillaire la place du menisque inter-articulaire. A son retour, il m'engagea à faire l'étude de cette région sur un jeune Balænoptera Sibbaldii, mesurant 0,90 centimètres de longueur, que possédait le laboratoire d'anatomie comparée du Muséum. On comprend qu'une dissection d'animaux qui, adultes, atteignent une taille colossale, n'est possible que sur de jeunes individus. Mes études portèrent sur les muscles propres à l'articulation et sur les moyens d'union entre les surfaces osseuses. Or, comme on le verra par la suite, c'est cette dernière partie qui présente le plus grand intérêt, étant donnés le volume, la forme et la structure du menisque inter-articulaire, et je regrettais vivement de ne pouvoir prendre les dimensions de cette pièce chez un adulte, lorsqu'une heureuse circonstance vint me permettre de combler cette lacune.

Un Balænoptera musculus long de 15m50 ayant échoué le 21 décembre 1881 au Porge, commune voisine d'Arcachon, la mission me fut donnée de me rendre sur les lieux et de tirer le meilleur parti possible de l'animal. Malheureusement son état de décomposition ne me permit de prélever qu'un nombre relativement restreint de pièces anatomiques, toutefois parmi celles que j'ai pu rapporter au laboratoire d'anatomie comparée, figure le menisque inter-articulaire de l'articulation temporo-maxillaire.

J'en donnerai la forme et les dimensions, comme complément de mes recherches faites sur le jeune Balænoptera Sibbaldii.

MUSCLES.

Les muscles de la région temporo-maxillaire sont ici relativement très développés. On ne saurait s'en étonner si l'on songe à l'énorme volume des branches du maxillaire inférieur que doivent soulever le Masséter et le temporal, et si l'on remarque surtout que ces branches sont extrêmement allongées et que l'effort des muscles élévateurs portant sur leur extrémité postérieure doit être très puissant.

Masséter. — Le Masséter se décompose en trois faisceaux superposés que nous désignerons, en raison de leur situation respective, sous les noms de faisceau superficiel, faisceau moyen et faisceau profond.

Le *faisceau superficiel* est aplati et de forme triangulaire. Par sa base il s'attache à la face externe du maxillaire inférieur, tandis que son sommet passe au-dessous de l'os jugal. La direction des fibres de ce muscle est oblique de haut en bas et d'avant en arrière. Leur insertion se fait, en bas, sur la face externe et le bord inférieur du maxillaire inférieur, immédiatement en avant du condyle, dont la tête se trouve même quelque peu recouverte en avant par le bord postérieur du muscle. En haut l'insertion n'a pas lieu, comme on pourrait le croire à première vue, sur le bord interne de l'os jugal. On peut s'en assurer en soulevant cet os qui est complètement libre de toute adhérence avec le Masséter. Ce muscle prend insertion sur la face inférieure du maxillaire supérieur, immédiatement en dedans de l'extrémité antérieure de l'os jugal. De ce point partent des fibres qui forment un faisceau grêle presque cylindrique (planche 3, fig. 2 *a*), dirigé horizontalement d'avant en arrière. Dans son trajet, ce faisceau est situé un peu en dedans de l'os jugal, sous l'aponévrose qui ferme en bas la cavité orbitaire. Arrivé au niveau de l'union du 1/4 postérieur de l'os jugal avec ses 3/4 antérieurs, il se divise en deux portions : l'une qui continue sa direction primitive, s'étale en une bande aponévrotique qui va s'attacher au bord antérieur de l'arc formé par l'apophyse articulaire du temporal, tandis que l'autre portion changeant brusquement de trajet, se dirige

obliquement en bas et en arrière, et contribue à former pour la plus grande part, la portion superficielle du Masséter. Celle-ci reçoit d'ailleurs d'autres fibres qui prennent également leur origine sur le maxillaire supérieur, un peu en dedans des précédentes (planche 3, fig. 2 *b*). Ces fibres suivent un trajet oblique, en bas et en dehors, et atteignent le corps du muscle par sa face interne. Enfin, par une aponevrose, ce faisceau du Masséter est encore fixé au bord antérieur et à la face externe de l'apophyse articulaire du temporal. Ces fibres aponevrotiques se perdent sur la face profonde du faisceau.

Les rapports qu'affecte le faisceau superficiel du Masséter avec les organes voisins sont les suivants : dirigé obliquement de haut en bas et d'avant en arrière, il croise le faisceau moyen qu'il recouvre en partie. Sa face externe n'est séparée de la peau que par une mince aponévrose qui l'enveloppe et par quelques fibres du peaucier. Sa face profonde en contact dans ses 2/3 inférieurs avec le faisceau moyen, recouvre la face externe du maxillaire inférieur en avant du condyle en même temps qu'une portion de la surface de ce condyle (fig. 1 *m*). — Les vaisseaux nourriciers pénètrent par la face profonde du muscle, environ au niveau de son tiers inférieur (v. fig. 3). — On les aperçoit aisément en renversant en bas et en dehors le muscle divisé dans sa région médiane.

Faisceau moyen. — Dès qu'on a disséqué la peau de la région temporo-maxillaire, on aperçoit déjà le faisceau moyen du Masséter qui dépasse en avant le bord antérieur du faisceau superficiel. Mais pour bien le voir, dans toute son étendue, il faut renverser en bas le faisceau superficiel. Voici alors comment il se présente : (fig. 3 m^1). — Situé en dedans et un peu en avant du précédent, il est comme lui en forme de triangle à sommet dirigé en haut; le trajet que suivent les fibres est presque perpendiculaire à la mâchoire inférieure, ou mieux légèrement oblique de haut en bas et d'arrière en avant de sorte qu'il croise les fibres du faisceau superficiel.

Il prend ses insertions comme suit :

En bas, à la face externe et au bord inférieur de la mâchoire inférieure en avant et un peu en dedans du faisceau superficiel, à une certaine distance en arrière de l'apophyse coronoïde.

En haut, par l'intermédiaire d'un tendon aplati, il s'attache au

bord externe et antérieur de l'apophyse articulaire du temporal Les fibres de ce tendon se confondent avec celles du faisceau superficiel, dont il a été fait mention plus haut.

Recouvert en partie par le faisceau superficiel, ce faisceau moyen du Masséter recouvre le faisceau profond ainsi que la partie de la face externe de la mâchoire inférieure située à peu près à égale distance de l'apophyse coronoïde et du condyle. Enveloppé par une très mince lame aponévrotique, il reçoit vers le 1/3 inférieur de son bord postérieur quelques vaisseaux émanés du paquet vasculaire qui se rend à la face profonde du faisceau superficiel.

Faisceau profond. — Le faisceau profond du Masséter est situé en dedans des précédents, mais n'est pas complètement recouvert par eux. Son bord antérieur libre est visible aussitôt après que la peau a été enlevée. — Ce faisceau de forme rectangulaire est très épais, et constitue une masse charnue plus volumineuse que les deux autres portions du Masséter réunies. Les fibres ont une direction légèrement oblique d'arrière en avant et sont par suite à peu près parrallèles aux fibres du faisceau moyen.

En haut, elles s'attachent au bord inférieur et à la face interne de l'apophyse articulaire du temporal (pl. 3, fig. 3 m^2).

En bas, au bord supérieur de la mâchoire inférieure et un peu à sa face interne immédiatement en arrière de l'apophyse coronoïde; quelques-unes de ses fibres prennent même insertion sur le tendon du muscle temporal.

Les rapports de ce faisceau profond du Masséter sont les suivants :

Sa face externe est dans sa partie postérieure et supérieure recouverte par le faisceau superficiel, et dans toute sa partie moyenne, par le faisceau moyen. Quant au tiers antérieur de cette face, il est en rapport avec la peau dont il n'est séparé que par une aponévrose mince et le peaucier.

Tout à fait à la partie supérieure, le bord antérieur du muscle est en rapport avec l'os jugal au-dessous duquel passent ses fibres. En cet endroit, l'aponévrose qui recouvre le muscle est assez épaisse, et ses fibres se confondent en partie avec les fibres aponévrotiques des insertions supérieures des faisceaux moyen et superficiel.

La face interne du faisceau profond recouvre en avant le bord postérieur du temporal, en arrière le ptérygoïdien externe. Ses vaisseaux lui sont fournis par l'artère maxillaire interne dont les branches l'atteignent environ au milieu de sa face profonde.

En résumé, le Masséter se compose de trois plans musculaires superposés dont les 2 superficiels sont triangulaires et aplatis, tandis que le plus profond constitue une masse rectangulaire épaisse et charnue. Aucune des portions de ce Masséter ne s'insère sur l'os jugal. C'est le maxillaire supérieur et l'apophyse articulaire du temporal qui leur servent de point d'appui en haut, tandis qu'en bas, ces diverses portions occupent tout l'espace qui s'étend entre l'apophyse coronoïde et le condyle du maxillaire inférieur.

Muscle temporal. — Le muscle temporal, au point de vue de sa forme et de ses insertions, est semblable ici, au temporal des autres mammifères. Ses fibres écartées en éventail, s'attachent à toute la partie supérieure de la fosse temporale et de là se portant en bas et un peu en avant, vont se fixer par l'intermédiaire d'un tendon court et épais à l'apophyse coronoïde. Ce tendon s'attache sur toute la surface de l'apophyse coronoïde qu'il enveloppe comme d'une gaine.

La portion du muscle située au-dessous et en dedans de l'os jugal forme une masse charnue remarquablement épaisse.

Ses rapports sont les suivants. Enveloppé chez notre jeune individu dans une très mince aponévrose, il est recouvert au niveau de la fosse temporale par une épaisse lame aponévrotique qui reçoit en avant les fibres du musle frontal et qui, en arrière, se prolonge sur la face profonde du muscle occipital.

De la fosse temporale, les fibres musculaires du Crotaphyte passant sous l'aponévrose qui ferme en bas la cavité orbitaire, puis, sous l'os jugal, se trouvent bientôt recouvertes successivement par les faisceaux superficiel et profond du Masséter.

Par sa face profonde, le temporal est en rapport avec les muscles ptérygoïdiens interne et externe qui le croisent obliquement.

Surfaces articulaires. — Les surfaces articulaires consistent d'un côté en un condyle et de l'autre en une apophyse de l'os temporal. Nous n'insisterons pas sur la forme de ces parties osseuses que l'on trouve décrites dans les nombreux mémoires

qui traitent de l'ostéologie des Cétacés. Rappelons seulement que le condyle presque sessile offre une surface articulaire ovoïde à grand axe dirigé de dehors en dedans et un peu d'avant en arrière. Cette surfaxe est convexe.

L'apophyse articulaire du temporal est un prolongement osseux épais formant une sorte de voûte dont l'une des branches dirigée en avant donne insertion au Masséter comme nous l'avons vu plus haut, tandis que l'autre branche dirigée en arrière et se terminant en une extrémité mousse, est placée en face du condyle de la mâchoire inférieure. La concavité formée par cette voûte osseuse, n'est nullement assimilable à une cavité glenoïde; les deux surfaces articulaires sont d'une part le condyle, d'autre part l'extrémité de la branche postérieure de l'apophyse du temporal. On comprend que deux pareilles surfaces ne sauraient s'articuler sans l'intermédiaire d'un menisque inter-articulaire. Celui-ci existe en effet, et chez notre jeune Balænoptera Sibbaldii, il présente les caractères suivants :

Ménisque inter-articulaire. — C'est un corps cylindrique dont la coupe transversale (planche 3, fig. 5) est légèrement ovale de dehors en dedans et d'avant en arrière. Déjà très épais chez ce jeune individu, ce ménisque mesure 6^{mm} de hauteur sur 15^{mm} dans son petit diamètre transversal et 17^{mm} dans son grand diamètre. Il est plus épais sur les bords qu'au centre, ce qui se conçoit, puisque ce centre répond aux deux surfaces articulaires convexes. Les bords épais s'attachent d'une part au pourtour du condyle du maxillaire inférieur, d'autre part sur les faces latérales de l'extrémité postérieure de l'apophyse du temporal. Sur les surfaces interne et externe du ménisque, on observe un épaississement, sorte de renforcement produit par un tissu fibreux très dense. Bien que ce tissu se confonde intimement avec celui du ménisque, on peut admettre qu'il représente les deux ligaments interne et externe de l'articulation; ces ligaments se confondent en haut avec l'épais tendon qui recouvre l'apophyse du temporal et donne insertion au pterygoïdien externe.

Lorsqu'on pratique une coupe verticale embrassant toute l'articulation, les deux sections hémi-cylindriques du menisque se déplacent, et celui-ci s'allongeant paraît alors avoir une hauteur double de sa hauteur vraie. On peut se rendre compte de cette déformation sur la section verticale que représente notre

figure 4, pl. 3. On remarquera toutefois que la courbure de l'apophyse du squameux n'est pas aussi prononcée chez ce jeune individu que chez l'adulte. Pour avoir une idée exacte du ménisque, de sa forme et de ses rapports, il faut l'étudier d'abord en place, puis sur une coupe transversale (fig. 5). Par une coupe longitudinale, il se déforme. Toutefois cette coupe est nécessaire pour l'étude des Synoviales. Sur notre jeune sujet, nous n'avons pu trouver de cavité synoviale inférieure. Le ménisque adhère à la tête du condyle sur toute sa surface et ne peut en être séparé, si bien que le tissu fibreux du ménisque semble continuer le condyle. Il nous a semblé que l'adhérence était moins intime entre le ménisque et la surface articulaire du temporal, il nous a toutefois été impossible d'observer nettement une cavité synoviale et des surfaces lisses de contact.

Le ménisque inter-articulaire nous a paru formé uniquement de tissu fibreux, très riche en fibres élastiques. Nous n'avons pas trouvé de cartilage; cette abondance de fibres élastiques explique facilement la déformation du ménisque lorsqu'on vient à le sectionner.

C'est ici le moment de décrire la pièce que nous avons extraite de l'articulation temporo-maxillaire d'un Balænoptera musculus adulte mesurant 15^m 50 de longueur.

Dans cette espèce les surfaces articulaires offrent à peu près les mêmes caractères que dans la précédente. A un condyle à peu près sessile, répond une surface articulaire convexe, formée par l'extrémité postérieure d'une apophyse en forme de voûte, de l'os temporal.

Lorsqu'on a enlevé les muscles qui entourent l'articulation, on aperçoit entre les surfaces articulaires très écartées l'une de l'autre, une masse compacte d'un blanc de suif, de consistance ferme, remarquable par son volume considérable. Cette masse s'étend du condyle de la mâchoire inférieure à l'apophyse articulaire du temporal, et remplit la plus grande partie de la concavité que présente cette apophyse.

La forme générale de cet immense ménisque inter-articulaire est celle d'un cône tronqué dont la petite base concave coiffe le condyle de la mâchoire inférieure, tandis que la grande base irrégulière se moule sur la surface de l'apophyse du temporal. On conçoit que dès lors cette base présente en avant une

convexité répondant à la concavité de l'apophyse, et en arrière une concavité répondant à l'extrémité convexe de la même apophyse. Il résulte de là que le bord antérieur du ménisque est beaucoup plus élevé qne le bord postérieur, puisqu'il s'étend du condyle au sommet de la voûte formée par l'apophyse du temporal.

Voici en effet les mesures respectives de ces deux bords : le bord antérieur a 65 cent. de long et le bord postérieur 40 cent. seulement. La différence de 25 cent. qui existe entre ces deux dimensions représente la hauteur de la voûte formée par l'apophyse articulaire du temporal et le reste, 40 cent., représente la distance qui sépare la surface du condyle de celle de l'extrémité postérieure du temporal.

Les dimensions en épaisseur du ménisque ne sont pas moins intéressantes : le diamètre antéro-postérieur de sa grande base, c'est-à-dire de celle qui correspond au temporal est de 50 cent. Celui de la petite base égale 20 cent. Le diamètre antéro-postérieur du ménisque à égale distance entre les deux surfaces articulaires est de 40 cent. Les mesures circonférencielles donnent les chiffres suivants : Circonférence de la grande base, $1^{m}20$; circonférence de la petite base, 80 cent. ; circonférence dans la région moyenne, 1 mètre. Le poids total du ménisque est d'environ 35 kilogrammes.

Lorsque nous avons procédé à l'enlèvement de cette masse énorme, il nous a été possible de constater qu'il y avait entre elle et le condyle de la mâchoire inférieure une adhérence complète qui ne laissait place à aucune cavité synoviale. Le contact avec la surface articulaire du temporal était moins intime et il existait particulièrement à la partie supérieure de la voûte formée par l'apophyse articulaire une large surface triangulaire lisse répondant évidemment à une cavité synoviale. Dans tout le reste de l'étendue il y avait adhérence à peu près complète. Ainsi donc chez ce B. Musculus, comme chez le B. Sibbaldii, nous ne trouvons qu'une cavité synoviale dans l'articulation. En cela les Balœnoptères semblent différer des Baleines, car suivant Eschricht (1) il existerait chez la Baleine du Grœnland une double cavité synoviale. De même que chez la plupart des Mammifères

(1) Eschricht, Reinhardt et Lilljeborg. Récents mémoires on the Cetacea, 1866.

il n'y aurait pas de communication entre ces deux cavités. — Eschricht ajoute que peut-être une semblable disposition se retrouve chez les autres Cétacés. — Nos recherches sur les deux espèces de Balænoptères susdites ne confirment qu'à demi cette hypothèse. Il résulte de l'adhérence du ménisque au condyle que dans ses mouvements, le condyle doit entraîner avec lui le ménisque. Il n'existe d'ailleurs que des mouvements d'abaissement de la mâchoire inférieure, mais d'après une remarque que nous devons à M. Pouchet, les Balænoptères sont capables d'un abaissement prodigieux de la mâchoire inférieure tel que celle-ci peut arriver à faire un angle droit avec la mâchoire supérieure, ainsi que le prouve une photographie prise sur un jeune individu où l'écartement des mâchoires est porté à son maximum. L'extrême élasticité du ménisque inter-articulaire se prête bien à un tel abaissement et vient ensuite en aide aux muscles élévateurs de la mandibule. De plus, remplissant la concavité de l'apophyse articulaire du temporal, nivelant en un mot la surface, le ménisque qui adhère intimement au condyle empêche son déplacement en avant, et allonge de toute sa hauteur la branche du maxillaire. Ce sont là évidemment des conditions favorables à l'abaissement de la mâchoire inférieure auquel se prête aussi la grande étendue des commissures labiales.

L'examen histologique du ménisque inter-articulaire nous a montré une grande abondance de grosses fibres élastiques sans éléments de cartilage. Cette absence de cartilage a été également notée par Eschricht dans le ménisque fibreux de l'articulation temporo-maxillaire de la Baleine du Grœnland. Ce tissu fibreux forme à l'examen macroscopique une trame dense de filaments enchevêtrés dont les mailles sont remplies de graisse. Cette graisse contribue à donner à l'ensemble sa couleur blanche, et elle doit s'y trouver en quantité assez grande, car M. Pouchet nous a rapporté que dans les pêcheries de baleines de Vadsö, ces masses de tissu fibreux gras sont abandonnées aux pauvres gens qui en tirent encore une grande quantité d'huile. Rappelons, d'ailleurs, que dans les fibro-cartilages inter-articulaires on admet en général la présence du tissu adipeux.

Les faits que nous venons de mentionner sont d'autant plus intéressants qu'ils ne sont pas communs à tous les Cétacés. En particulier, nous n'avons pas retrouvé chez les Cétodontes un

ménisque inter-articulaire développé comme celui des Balænoptères. Chez un Delphinus Tursio, par exemple, que nous avons pu examiner les moyens d'union de l'articulation temporo-maxillaire consistent en une capsule fibreuse dense, complète dans laquelle on ne peut reconnaître des ligaments distincts. Si on ouvre cette capsule, on constate que les deux surfaces articulaires très rapprochées ne sont séparées que par une lame fibreuse très mince, et qui n'a aucun rapport dans son développement avec le ménisque des précédentes espèces. C'est ainsi, que chez notre dauphin, adulte dont la longueur atteignait plus de 3 mètres, l'épaisseur du ménisque est de 4 millimètres seulement. C'est une lame plus adhérente au condyle qu'à la surface articulaire du temporal sur laquelle elle se moule. D'ailleurs, la présence d'une capsule fibreuse ne permet à l'articulation que des mouvements très peu étendus, et nous avons pu constater que le condyle n'exécute en effet que de légers mouvements de bascule d'avant en arrière et de dehors en dedans. Les commissures labiales peu étendues ne se prêtent pas non plus à l'abaissement de la mâchoire inférieure.

Nos études sur l'articulation temporo-maxillaire d'un jeune Lagénorhynque, nous ont fourni des résultats analogues. Un disque fibreux ne mesurant pas plus de 3 millimètres dépaisseur est interposé aux deux surfaces articulaires. Il est circulaire et se confond sur ses bords avec les ligaments de l'articulation qui forment une capsule complète. Cette disposition des moyens d'union de l'articulation est en rapport avec l'étendue très restreinte des mouvements d'écartement de la mâchoire inférieure, et l'absence d'un épais ménisque inter-articulaire se comprend facilement si l'on observe les surfaces articulaires qui se correspondent beaucoup plus exactement que chez les Balænoptères.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Fig. 1. — Articulation temporo-maxillaire d'un Balænoptera Sibbaldii, de $0^{m},90^{c}$. — Faisceaux superficiel et moyen du Masséter vus après que la peau a été enlevée.

Fig. 2. — Insertions de l'extrémité supérieure du faisceau superficiel du Masséter.

Fig. 3. — Les 3 faisceaux du Masséter et la portion inférieure du muscle temporal.

Fig. 4. — Section verticale de l'articulation, pour montrer les surfaces articulaires et le ménisque inter-articulaire chez le Balænoptera Sibbaldii.

Fig. 5. — Section transversale du ménisque dans sa région moyenne.

Les lettres ont la même signification dans toutes les figures.

a, insertion antérieure; *b*, insertion postérieure du Masséter sur le maxillaire supérieur; *c*, apophyse du temporal; *d*, ménisque inter-articulaire; *i*, mâchoire inférieure; *j*, os jugal; *m*, faisceau superficiel du Masséter; m^1, faisceau moyen; m^2, faisceau profond; *t*, muscle temporal; *v*, vaisseaux; *ap*, apophyse coronoïde.

DE LA

DÉGÉNÉRATION ET DE LA RÉGÉNÉRATION

DU CYLINDRE-AXE

ET

DES AUTRES ÉLÉMENTS DES FIBRES NERVEUSES DANS LES LÉSIONS NON TRAUMATIQUES

Par les Drs George et Frances-Élisabeth **HOGGAN**

de Londres (1).

(PLANCHES IV ET V)

Cette étude présente les résultats obtenus par nous, au cours de recherches que nous avions entreprises dans le but de déterminer si les changements histologiques déjà connus, qui surviennent dans les fibres nerveuses à la suite des lésions traumatiques, ressemblaient par leur forme et par l'ordre consécutif de leur apparition, aux changements qui ont lieu là où aucune blessure n'a été faite, ni sur le nerf lui-même, ni sur le tissu environnant. Toutes les recherches antérieures que nous connaissons sur les changements qui sont censés avoir lieu dans le cylindre-axe pendant la dégénération et la régénération des nerfs, ont été faites au moyen de lésions expérimentales sur les animaux ; et les conclusions ainsi obtenues ont été généralement acceptées comme devant s'appliquer également aux changements qui ont lieu dans les mêmes éléments chez l'homme, dans toutes les conditions que l'on connaît de dégénération et de régénération des nerfs. Jusqu'à une époque récente nous partagions, nous aussi, cette opinion; mais nous avons été forcés, à la suite de nos recherches dans les lésions non traumatiques, de recon-

(1) Des circonstances accidentelles ont empêché jusqu'à présent la publication de ce mémoire remis au journal depuis deux ans. Bien que faisant nos réserves sur certaines interprétations des faits contenus dans ce travail, il sera certainement lu avec fruit. (*Rédaction.*)

naître que le genre de la lésion peut modifier profondément les caractères des changements ou des phénomènes qui surviennent. Si au premier abord ceci paraît être d'une explication difficile, l'on n'a qu'à réfléchir un moment sur la nature des éléments du segment inter-annulaire qui entoure le cylindre-axe, pour comprendre aisément que la destruction ou même l'irritation de ces éléments, et des éléments protoplasmiques en particulier, doivent exercer une influence importante sur la manière de se comporter du cylindre-axe qu'ils entourent. C'est là en effet ce que nous avons trouvé.

En comparant les changements qui ont lieu dans les lésions non traumatiques avec ceux qui se produisent dans les lésions traumatiques, autant qu'on les connaît jusqu'ici, il serait utile de décrire ceux-ci avec plus de détails que ne comporte un simple mémoire, et de donner en même temps des citations tirées de différents auteurs, qui permissent au lecteur de vérifier les opinions que nous leur prêtons. Nous croyons cependant assez faire sous ce rapport en donnant les citations, avec les explications qui s'y rattachent, comme on les trouve toutes faites dans un des traités les plus admirables et les plus complets de nos jours, nous voulons dire les *Leçons sur l'histologie du système nerveux,* du professeur Ranvier, livre qui doit se trouver entre les mains de tous ceux qui lisent notre mémoire.

Jusqu'à présent, en faisant des lésions expérimentales sur les nerfs des animaux, on leur infligeait en même temps une blessure. (Nous ne connaissions point l'excellent travail de M. le D[r] Gombault, «sur la névrite segmentaire périaxile», à l'époque où ce mémoire était livré à la rédaction en juillet 1880.) Quoique d'après Ranvier il soit indifférent, quant à l'identité des changements produits, que la lésion dans le nerf soit le résultat de l'écrasement au moyen d'une pince ou d'une section faite avec un scalpel tranchant (loc. cit., t. II, p. 28), il est essentiel de déranger le moins possible les tissus environnants. Mais il peut arriver que le plus grand soin, aussi bien que le dérangement le plus complet, donne des résultats qui diffèrent entièrement de ceux que l'on trouve dans des lésions non traumatiques. Une section pratiquée sur un nerf sain par un scalpel tranchant localise le point lésé et le limite exactement au seg-

ment inter-annulaire qu'elle traverse, et tandis qu'elle sépare une portion de nerf périphérique sain d'une portion centrale saine, elle permet à celle-ci de commencer tout de suite ses tentatives de régénération, qui sont seulement imperceptibles dans les premiers jours, même à l'œil muni du microscope.

Dans les lésions non traumatiques, d'autre part, comme par exemple dans la dégénération des nerfs qui s'observe dans la lèpre anesthésique, il n'y a point de localisation semblable, bien que dans cette maladie la destruction ou la dégénération embryonnaire des éléments du segment inter-annulaire puisse précéder la destruction du cylindre-axe, tandis que dans d'autres lésions, comme par exemple dans la dégénération des nerfs observée dans la gangrène, la destruction du cylindre-axe peut précéder, et précède en effet, le plus souvent, la destruction ou la dégénération embryonnaire des éléments des segments inter-annulaires qui l'entourent (voy. fig. 9). Ainsi, quoique les apparences ou l'ordre des changements consécutifs puissent varier, les raisons qui les font varier expliquent les inconséquences purement apparentes que l'on rencontre dans ce processus unique de dégénération.

C'est à cause des conditions particulières qui distinguent la gangrène que nous y avons puisé en grande partie les matériaux pour notre recherche actuelle. Avant de la commencer, nous avions déjà fait une étude approfondie des causes et du cours de la dégénération et de la régénération des nerfs dans la lèpre anesthésique, où la lésion était due, sans contredit, à la compression lente subie par les nerfs de certaines régions, à la suite de l'accumulation des cellules dites lépreuses. Les points comprimés dont il s'agit, étaient cependant d'une telle étendue, ils étaient si mal définis, et la destruction des fibres nerveuses considérées individuellement avait été si loin graduellement, qu'il ne fut pas possible de localiser dans une fibre, à quelques segments inter-annulaires près, le point exact de compression, ou d'observer la manière de se comporter des divers éléments de la fibre nerveuse au-dessus et au-dessous du point lésé mal défini. De plus, à cause de l'augmentation progressive de la compression sus-indiquée, il arrivait que quelques fibres seulement, dans un fascicule nerveux considérable, se rencontraient dans la même période de dégénération à la même

époque; et comme le plus souvent la régénération survenait dans une partie des fibres, tandis que la dégénération faisait des progrès dans une autre partie, au même niveau et dans le même fascicule, il s'ensuivait que les phénomènes des deux processus se mêlaient tellement, qu'il devenait presque impossible de se faire une idée juste de l'ordre de succession des phénomènes. De plus, grâce à la difficulté extrême de déterminer dans quelle portion du fascicule nerveux se trouvaient les lésions ou les bouts du cylindre-axe, et à la nécessité de s'abstenir de traiter une telle portion de nerf par l'acide osmique, qui aurait entièrement soustrait à la vue le cylindre-axe, il fallait chercher pendant plusieurs mois avant de découvrir une lésion de ce dernier, et celle-ci enfin obtenue, son rapport avec d'autres changements n'était point évident. Nous nous voyions ainsi forcés de chercher un ensemble de conditions qui nous donnât la clef de l'ordre de succession des changements survenus dans l'ensemble des éléments nerveux, ensemble qui devait réunir les caractères non traumatiques de la dégénération et de la régénération des nerfs propres à la lèpre, à la localisation exacte des lésions traumatiques pratiquées jusque-là sur les animaux.

Pendant que nous cherchions, le hasard nous faisait rencontrer un cas de gangrène de l'extrémité inférieure chez un vieillard. L'extrémité devait être amputée, et cela nous semblait offrir tous les avantages que nous désirions. La gangrène était séparée des parties saines par une ligne très nette qui entourait la jambe, immédiatement au-dessous du genou. Cette ligne était tout aussi bien définie sur les nerfs cutanés que sur la peau elle-même, de sorte que nous avions une localisation nette d'une lésion non traumatique des nerfs; et comme il y avait en outre plusieurs fascicules nerveux distincts, qui avaient été selon toute apparence envahis en même temps et au même niveau par la gangrène ascendante, nous pouvions employer l'acide osmique et l'acide chromique sur différents nerfs au même niveau, de façon à observer le rapport des cylindres-axes et des éléments des segments inter-annulaires entre eux et avec le point lésé.

L'observation de notre malade peut se résumer ainsi :

Vieillard pauvre, il avait reçu des soins de plusieurs médecins successivement, et l'histoire de sa maladie n'avait point été recueillie. Il présentait des symptômes très évidents d'épaississement des valvules cardiaques, ce qui justifiait l'opinion qu'une portion du tissu de nouvelle formation s'était détachée et avait formé une embolie dans l'une des artères de la jambe, donnant ainsi lieu à la gangrène. Nous avons appris, en nous adressant directement à l'un de ses médecins, qu'une ligne limitante avait à plusieurs reprises commencé à se dessiner vers la partie inférieure de la jambe, mais chaque fois elle avait avorté, et enfin il s'était formé au-dessous du genou une ligne de démarcation entre les tissus gangréneux et les tissus sains, et le malade entra au « Temperance Hospital » pour y être opéré par notre confrère le Dr Edmunds, qui eut la bonté de nous fournir les matériaux qui ont servi à cette étude.

Voici comment nous nous y sommes pris pour préparer nos pièces. D'abord nous mettons à nu les nerfs internes et externes cutanés, sur lesquels la ligne limitant la gangrène était bien marquée. Nous entourons ceux-ci de deux ligatures placées avec grand soin, 5 millimètres au-dessus et au-dessous de la ligne en question; nous appliquons alors d'autres ligatures, 10 millimètres au-dessous et 15 millimètres au-dessus des ligatures précédentes. Nous disséquons et enlevons les nerfs, en évitant avec le plus grand soin tout tiraillement, et nous les plaçons, les uns dans des solutions d'acide osmique, les autres dans des solutions d'acide chromique. La réaction voulue obtenue, nous les laissons pendant quinze jours dans une solution colorante de carmin. Nous en faisons ensuite des sections transversales immédiatement au-dessous de chacune des trois ligatures supérieures, et nous faisons des restes des nerfs compris entre les ligatures des préparations dissociées que nous conservons dans la glycérine et dans le vernis.

Dans une lésion expérimentale, la section du nerf amène avec elle un aspect distinct des éléments des portions centrales et des portions périphériques, ainsi que certains phénomènes qui dépendent de l'infliction d'une blessure. Dans la gangrène, les portions saines et les portions en voie de dégénération du nerf ou du cylindre-axe peuvent être considérées séparément, et elles représentent, à peu de chose près, les portions centrales et les portions périphériques.

Bien que les changements dégénératifs et régénératifs dans le cylindre-axe constituent l'objet principal de ce mémoire, il ne sera peut-être pas hors de propos, avant de les étudier, de définir l'état des divers éléments des segments inter-annulaires et leur rapport avec la ligne limitant la gangrène. Et d'abord nous devons faire remarquer que ces changements semblent être identiques en tous points à ceux décrits par Ran-

vier et par d'autres histologistes, bien que nous soyons disposés à interpréter quelques-uns de ces changements dans un sens opposé à celui de nos contemporains dans ce domaine de l'investigation. Cela deviendra clair si nous disons, par exemple, que nous envisageons la couche protoplasmique interne de Mauthner comme étant, du moins en partie, un apanage du cylindre-axe qu'elle entoure et sur lequel elle réagit énergiquement dans certains états pathologiques, tandis que la myéline qui se trouve à l'extérieur de tous les deux paraît inaltérée. Nous ne pouvons non plus distinguer entre la couche protoplasmique externe de Mauthner et la membrane de Schwann, et nous craignons bien que la conception erronée d'une membrane d'enveloppe sur son analogue, la cellule adipeuse (1), ne soit cause de la conception de deux éléments où il n'en existe qu'un, à l'extérieur de la myéline.

Ainsi donc, les changements que nous avons observés dans le cours de la dégénération des éléments des segments inter-annulaires sont : 1° Le gonflement de la gaîne ou de la couche protoplasmique externe ; 2° la segmentation de la myéline ; 3° le gonflement, la segmentation et la prolifération des noyaux des segments (loc. cit. t. II, p. 12), qui peut aller jusqu'à la production de deux, de quatre, de huit, et même de dix-huit noyaux, nombre le plus élevé qui ait été observé, que nous le sachions, par nous ou par d'autres observateurs, comme émanant incontestablement de la prolifération d'un seul noyau de segment inter-annulaire, ces noyaux restant réunis en groupes distincts aux endroits où se trouvaient auparavant les noyaux originels des segments inter-annulaires. Cette prolifération a été fidèlement reproduite par nous sur la figure 1, laquelle fut dessinée, comme toutes les autres, à l'aide de la chambre claire.

Outre les fragments arrondis de myéline et les noyaux nombreux entourés de leur enveloppe protoplasmique, on observera dans ce nerf dégénéré une grande quantité de substance granuleuse qui forme parfois des boules arrondies et d'autres fois des masses amorphes.

(1) Voyez notre Mémoire sur le développement et la rétrogression de la cellule adipeuse dans *Journal of Royal microscopical Society*, juin 1879, p. 367.

L'origine de cette substance granuleuse a été jusqu'à ce jour un mystère pour les pathologistes du système nerveux, et les hypothèses les plus bizarres ont été formulées pour l'expliquer. On a même supposé que cette substance granuleuse résultât de la décomposition de la myéline en deux éléments distincts, l'un représenté par les particules granuleuses noircies par l'acide osmique, et l'autre représenté par la substance transparente dans laquelle celles-ci se trouvent enfoncées (loc. cit. t. II, p. 17). L'explication que nous en donnons est fort simple, et nous anticipons en ce moment sur une description plus minutieuse en disant que cette substance résulte d'une dégénération granuleuse du cylindre-axe.

Un nerf qui est comme celui dessiné sur la figure 1, ayant atteint ce que l'on pourrait appeler le sommum de la prolifération embryonnaire, il y survient une phase nouvelle, celle de la résorption. Les globules de myéline deviennent d'abord plus petits et finissent par disparaître. Puis les noyaux nombreux s'en vont, eux aussi, avec leur part de protoplasma, laissant derrière eux les débris granuleux du cylindre-axe, lequel est généralement le dernier élément qui se résorbe.

Nous avons trouvé que l'état de la fibre nerveuse originelle diffère à la dernière période de résorption, suivant le caractère de la maladie ou de la lésion qui l'entraîne. Dans la gangrène il n'en reste plus rien, mais dans la lèpre un cylindre creux de gélatine, qui devient graduellement solide, occupe la place de la fibre primitive dans le fascicule nerveux. Il en résulte qu'en dernier lieu le fascicule nerveux originel est, après une dégénération complète de ses éléments nerveux, aussi épais, ou même plus épais qu'il n'était auparavant.

Et dans la gangrène et dans la lèpre, mais surtout dans la lèpre, la dégénération devient rarement complète avant que de nombreux essais de régénération n'aient eu lieu; mais tandis que dans la lèpre, maladie qui dure de longues années, ces essais de régénération sont parfaitement explicables, on ne s'en rend pas aussi facilement compte dans la gangrène, où la lésion a un cours rapide. Nous ne pouvons expliquer cette régénération dans le cas actuel que par le fait que la lésion avait paru plusieurs fois s'arrêter à des points ou à des lignes plus inférieurs par rapport à la jambe, sans cependant que ces

arrêts fussent définitifs, sauf dans le dernier cas. Il serait donc possible que les nerfs à proximité de la lésion eussent fait des efforts pour se prolonger périphériquement, en interposant entre les segments inter-annulaires normaux des segments jeunes et grêles, comme cela se voit sur les figures 2, 3, 4 et 17.

Dans la lèpre, les conditions de la régénération des segments inter-annulaires sont bien plus variées ; et sans vouloir traiter à présent longuement des conditions de régénération segmentaire dans cette dernière maladie, qui ne nous regarde qu'indirectement en ce moment-ci, nous pouvons dire en quelques mots que la régénération des segments inter-annulaires s'y présente sous trois formes au moins.

Dans la première, des segments nouveaux, jeunes ou grêles, peuvent être interposés, comme dans la gangrène (fig. 3), entre les segments normaux et les segments plus âgés, dans lesquels le plus souvent le cylindre-axe persiste, comme sur la figure 17. L'allongement et le développement du segment plus jeune coïncide soit avec la destruction du segment plus âgé qui se trouve de son côté périphérique, soit, ce qui est plus commun, avec un mouvement apparent de descente des segments plus âgés ou de l'ensemble du nerf formé par eux.

Dans la deuxième forme de régénération, les segments nouveaux qui se développent, s'alignent en partant de l'extrémité périphérique de la portion saine d'un nerf en partie dégénéré, comme cela se voit sur la figure 16, où le cylindre-axe n'a point encore atteint les segments qui se régénèrent. Cette forme, quoique fort commune dans la lèpre, est excessivement rare dans la gangrène.

De la troisième forme de régénération, qui est de beaucoup la plus habituelle dans la lèpre, nous n'avons jusqu'ici observé aucun cas dans la gangrène. Les segments y sont formés d'une façon indépendante au dedans de la fibre dégénérée et sans avoir de connexion entre eux ou avec la partie centrale du nerf qu'ils vont enfin rejoindre. Les espaces entre les chaînons séparés s'emplissent plus tard, grâce au développement d'autres segments, dont le noyau et le protoplasma apparaissent avant la myéline. Ceux-ci réunissent les premiers chaînons séparés en une chaîne complète de segments inter-annulaires. Il est évi-

dent que dans cette dernière forme de régénération, les segments sont formés antérieurement à l'arrivée ou à la présence d'aucun cylindre-axe dans leur voisinage. De plus, la gaîne grêle de myéline du segment jeune a, à son apparition première, un diamètre extérieur beaucoup moindre que le diamètre du cylindre-axe du nerf auquel ce segment va se joindre quand il sera devenu beaucoup plus épais et capable d'être pénétré par le cylindre-axe.

L'esquisse que nous venons de faire peut suffire pour rendre évidente la régénération des nerfs dans la gangrène, telle que nous l'exposons, par exemple, dans les figures 2, 3 et 4, lesquelles font voir également la régénération du cylindre-axe présentée par les figures 16 et 18. Nous voyons en outre, dans les figures 2 et 4, une dégénération qui se répète sur les segments régénérés, dégénération qui enveloppe (dans la figure 4) les segments inter-annulaires régénérés ou de nouvelle formation aussi bien que les segments inter-annulaires primitifs du même nerf, dans un même processus de destruction commune, du type ordinaire que nous avons déjà décrit. Sur la figure 2, le processus dégénératif commence dans le segment primitif et épais, et paraît s'arrêter à l'étranglement annulaire sans passer dans le segment jeune et grêle situé au-dessus de l'autre segment.

Il reste encore une question importante, que nous devons considérer dans sa connexion avec la dégénération des éléments : c'est le rapport des changements dégénératifs avec la ligne limitant la gangrène ou avec un niveau spécial quelconque. Les histologistes du système nerveux croient généralement que, dans les lésions expérimentales, la dégénération des éléments composant les segments inter-annulaires se borne au segment traversé par le scalpel (loc. cit., t. II, p. 39), ou qu'en tout cas elle ne s'étend point au delà du segment contigu central, où une prolifération du noyau du segment peut avoir lieu.

Dans le cas exceptionnel où l'on a rencontré la dégénération complète d'une fibre nerveuse du côté central, on l'a expliquée par l'hypothèse que c'était une fibre nerveuse récurrente due à le disposition plexiforme des nerfs près de leurs terminaisons (loc. cit. t. II, p. 81), grâce à laquelle le bout périphérique

paraissait être le bout central. En outre, les recherches de Sigmund Mayer tendent à démontrer que la dégénération des fibres nerveuses individuelles a lieu incessamment chez les animaux sains (1), et par conséquent la rencontre fortuite d'une seule fibre isolée en voie de dégénération ne doit point faire naître la surprise.

Ni l'une ni l'autre de ces explications ne s'applique aux apparences que nous avons trouvées dans la gangrène, car tandis que, au niveau de la ligne limitant la gangrène, la plupart des fibres subissaient la segmentation de leur myéline et de leurs noyaux, il y en avait cependant quelques-unes qui descendaient intactes dans le tissu gangréneux jusqu'à une distance de 5 millimètres au-dessous de cette ligne. En même temps que la majeure partie des fibres centrales, 2 centimètres au-dessus de la ligne, restaient intactes, un nombre considérable des fibres comprises dans le même fascicule que celles-ci subissaient la dégénération à ce niveau. De plus, les fibres appartenant à des fascicules divers, compris dans le même tronc nerveux, se trouvaient dans deux conditions différentes de la dégénération, quoiqu'il soit présumable qu'ils avaient été envahis au même niveau. Ceci nous montre que, s'il existe une ligne ou un niveau constant et étroitement circonscrit dans les lésions traumatiques ou expérimentales, niveau que la dégénération ne dépasse pas, il n'en est point ainsi dans les lésions non traumatiques, ou du moins cette ligne peut varier de 3 à 4 centimètres, quand même, il y a, comme dans la gangrène, une ligne qui sert à la mesurer.

La description précédente de la dégénération des éléments des segments inter-annulaires, quoique très courte par rapport à leur importance, suffira peut-être à expliquer l'objet principal de ce mémoire, et elle nous permettra d'entrer tout de suite en matière, et de nous occuper des changements qui surviennent dans la dégénération et la régénération du cylindre-axe.

Puisque la ligne limitant la gangrène sépare brusquement un tissu absolument sain d'un tissu plus ou moins gangréneux

(1) Sigmund Mayer. *Ueber Degen. u. Regen. Vorgänge in normalen peripherischen Nerven.* Sitzungsbericht des K. K. Acad. der Wissenschaft. Wien Bd. LXXVII (1878), III *Abt. März heft*, p. 80.

ou même mort, et puisque, comme nous le verrons plus tard, le cylindre-axe peut se casser ou se terminer au-dessus de la ligne en question dans le tissu sain, ou bien au-dessous de cette ligne au milieu du tissu gangréneux, nous devons nous attendre à trouver des conditions ou des apparences différentes dans le cylindre-axe et dans ses terminaisons, selon que celles-ci viennent à être situées, ou qu'elles ont été formées, soit dans un endroit envahi par la gangrène, soit dans un endroit sain. C'est pourquoi nous nous proposons de considérer la dégénération et la régénération du cylindre-axe en trois catégories distinctes :

1° Ses terminaisons dans les portions saines du nerf;

2° Ses terminaisons dans les portions gangréneuses du nerf;

3° La régénération du cylindre-axe.

I. Terminaisons du cylindre-axe dans les portions saines du nerf.

Pour expliquer la différence que l'on trouve entre la rupture d'un cylindre-axe sain et la forme particulière présentée par ses extrémités terminales dans les lésions non traumatiques, d'un côté, et les changements décrits dans les lésions traumatiques ou expérimentales des nerfs, de l'autre, il ne sera peut-être pas inutile de faire quelques observations préliminaires sur les opinions opposées qui ont été publiées là-dessus, en nous bornant pourtant à l'histoire des dix années qui se sont écoulées depuis que Ranvier annonça sa découverte des segments inter-annulaires mononucléaires, laquelle a fait une révolution complète dans l'histologie pathologique des nerfs.

Ces opinions peuvent être divisées en deux catégories. D'abord nous avons Engelmann et d'autres avec lui, lesquels, d'après leur hypothèse que le cylindre-axe se compose de portions appartenant aux segments inter-annulaires et d'une longueur correspondant à ceux-ci, réunies par leurs extrémités au niveau des étranglements annulaires, de manière à former un cylindre-axe complet (loc. cit. t. II, p. 41), pensent que, lorsque le scalpel a traversé le segment inter-annulaire, la portion de cylindre-axe entre le point de section et le premier étrangle-

ment du côté central du nerf, se sépare au niveau de cet étranglement et dégénère de la même façon que dégénère la partie périphérique du cylindre-axe sectionné. Ranvier, au contraire, qui croit avec Waller que le cylindre-axe part d'une cellule nerveuse centrale avec laquelle il conserve toujours sa continuité, affirme que la portion du cylindre-axe située entre le point de section et le premier étranglement annulaire du côté central de la lésion, non seulement ne subit aucune régression (loc. cit. t. II, p. 40), mais qu'elle se conserve au contraire et devient hypertrophiée et striée en sens longitudinal (loc. cit. p. 36) comme si elle était composée d'un faisceau de fibrilles plus petites, lesquelles se sépareraient ensuite pour former les cylindres-axes de plusieurs segments jeunes ou grêles qui se développent à l'extrémité centrale du nerf sectionné.

Quelque diverses que soient les opinions précédentes, tous ces observateurs s'accordent au moins en ceci, que dans un cylindre-axe sectionné les changements dégénératifs ne dépassent pas le premier étranglement annulaire du côté central de la lésion. Au contraire, quand même la gangrène aurait envahi les nerfs à un même niveau général, les ruptures des cylindres-axes appartenant aux fibres nerveuses prises individuellement n'ont certainement pas lieu sur le même niveau, mais le niveau en peut varier sur une étendue de 2 centimètres au moins, quelques-unes des terminaisons des cylindres-axes du côté central du nerf se trouvant jusqu'à 12 centimètres au-dessus de la gangrène, tandis que d'autres se rencontrent 8 millimètres au-dessous dans un état de désintégration, au milieu des éléments du sang et des tissus gangréneux, tout en restant saines au-dessus de la ligne indiquée. Nous avons trouvé cette différence de niveau du point de rupture très nette, non seulement dans les troncs nerveux différents, mais aussi dans les divers faisceaux ou fascicules du même tronc, comme cela se voit sur les figures 21 et 22, qui représentent une même section transversale de deux fascicules contigus. En ce cas, c'est la figure 22 qui est la plus avancée en dégénération, mais toutes deux offrent encore des exemples isolés de cylindres-axes. Sur la figure 19 on voit une section transversale du même nerf, 12 millimètres au-dessus du niveau qui nous a fourni les figures 21 et 22, et dans la figure 19 plus de la moitié

des cylindres-axes sont encore intacts. Dans un point, 12 millimètres au-dessus de ce dernier, pas un seul cylindre-axe ne faisait défaut dans une section transversale du nerf.

Il devient ainsi évident, lorsqu'on compare la limitation exacte de la dégénération du cylindre-axe dans les lésions traumatiques à l'irrégularité par rapport à l'endroit de la rupture du cylindre-axe que l'on trouve dans les lésions non traumatiques, que les effets des deux lésions en question ne sont point identiques. C'est cependant dans la forme des extrémités cassées ou des bouts du cylindre-axe que ces effets divers sont le plus nettement marqués. Il a déjà été question de la description donnée par Ranvier de l'extrémité qui résulte de la séparation traumatique, de sorte qu'il n'y a pas lieu d'y revenir. Dans la rupture du cylindre-axe dans la lésion que nous considérons actuellement, quelle que puisse en être la cause, nous trouvons des bouts cassés en train de s'éloigner l'un de l'autre, en formant une spirale assez semblable à un tire-bouchon, comme sur la figure 7, mais qui devient plus complexe à mesure que la rétraction augmente, comme cela se voit en comparant entre elles les figures 5, 6, 7, 16 et 18. Il est difficile d'expliquer cette manière de se comporter de la part d'un cylindre-axe sain, car l'on ne peut guère supposer que le cylindre-axe ressemble à un ressort spiral maintenu droit par l'extension, mais lequel une fois cassé s'enroulerait dans sa forme naturelle de spirale.

Il est possible que cette rétraction des bouts cassés provienne de l'action de la couche interne du protoplasma de Mauthner qui entoure immédiatement le cylindre-axe et qui paraît se raccourcir en même temps que les extrémités cassées, ce qui force celles-ci de se raccourcir également et de s'accommoder aux intervalles plus courts au moyen de l'enroulement spiral.

Après avoir fait une étude comparative d'un grand nombre de ces terminaisons spirales, nous sommes portés à croire que la spirale se forme très graduellement et que la rétraction dont il s'agit peut s'accomplir avec beaucoup de lenteur.

Quoique d'abord relativement ouverte, la spirale se ferme peu à peu et finit dans bien des cas par ne présenter à la vue, comme trace unique des tours successifs du cylindre-axe, que des stries transversales ou légèrement obliques, et nous

observons généralement que les éléments environnants du segment inter-annulaire font saillie par suite du grossissement de la spirale à leur intérieur.

On remarque quelquefois que dans le segment inter-annulaire immédiatement au-dessous de celui qui renferme la spirale, la myéline et le noyau du segment ont subi la segmentation ordinaire des nerfs qui se régénèrent, comme cela se voit sur la figure 18; mais cet état de choses n'est point invariable, et nous avons plusieurs exemples où l'on peut observer au-dessous du segment à cylindre-axe spiral, deux ou trois segments inter-annulaires ayant tous leurs éléments encore intacts, comme sur la figure 5.

Il est même probable que la destruction des autres éléments d'un segment dépend de ce que le segment est abandonné par le cylindre-axe, et la circonstance qu'il peut y avoir tantôt deux ou trois segments sans altération de la myéline ou des noyaux, et tantôt une dégénération qui envahit le segment à proximité de celui qui renferme la terminaison du cylindre-axe, trouve son explication dans l'intervalle variable qui se serait écoulé entre la période de rétraction et l'examen du nerf.

On trouve quelquefois une longue spirale qui occupe une portion considérable des deux segments inter-annulaires contigus, et au point où le cylindre-axe passe de l'un à l'autre il est droit sur une petite étendue (fig. 18). D'autres fois on trouve deux ou même trois spirales formées à une distance rapprochée dans la même fibre nerveuse. Cela est peut-être dû à une rétraction ou à un enroulement spiral synchronique, ou bien il peut être le résultat d'une seconde rétraction survenant sur une régénération incomplète. Ce même processus se voit dans les éléments des segments régénérés sur figure 4. Il faut cependant avoir présent à l'esprit, que la formation d'une spirale dépend de la conservation par le cylindre-axe de ses propriétés normales au-dessus de l'endroit de sa rupture.

On comprendra, d'après ce qui précède, qu'il n'y a point de ressemblance entre les terminaisons spirales du cylindre-axe dans les lésions non traumatiques et les descriptions ou les hypothèses publiées à son égard par d'autres histologistes dans les lésions expérimentales. La circonstance que les bouts n'ont jamais aucun rapport défini avec l'étranglement annulaire, à

part la disposition spirale, exclut toute comparaison avec les idées exprimées par l'école d'Engelmann. Avec les opinions de Ranvier elles n'ont également rien en commun, car cet histologiste a observé que le cylindre-axe entre le point lésé et l'étranglement le plus voisin du côté central, non seulement ne subissait point de régression, mais qu'il s'était hypertrophié, strié, puis segmenté dans un sens longitudinal.

Une fois l'existence de ces terminaisons spirales nettement démontrée, l'idée naît tout naturellement que de telles apparences sont survenues après la mort et qu'elles sont peut-être causées, soit par l'action chimique des réactifs, soit par l'action mécanique des aiguilles dans la dissociation des fibres. Nous avons négligé jusqu'ici des objections aussi légitimes : nous allons décrire en détail les précautions que nous avons prises pour y répondre.

Afin de pouvoir étudier l'état du cylindre-axe, il faut d'abord fixer les nerfs au moyen d'une solution d'acide chromique ou d'un chromate quelconque, et ensuite colorer les cylindres-axes et les noyaux par le carmin ou par l'indigo. Les fibres doivent alors être séparées avec soin à l'aide des aiguilles. La préparation est alors éclaircie par de l'huile de girofle (la glycérine n'est pas convenable à cause de l'opacité de la myéline) et montée dans le vernis.

Ces divers procédés amènent avec eux une foule de déplacements et de lésions des fibres nerveuses que les histologistes ne connaissent que trop. Jusqu'à quel point pouvaient-ils donc agir sur les éléments que nous considérons? On sait que les chromates ont la propriété de fixer et de durcir d'une manière toute particulière les cylindres-axes, de sorte que s'ils avaient n'importe quelle forme spéciale avant d'être mis dans la solution, ils la conserveraient certainement après.

On voit cela constamment dans ce genre de préparations, où les aiguilles séparent souvent du cylindre-axe les couches de protoplasma et de myéline, en laissant cet élément à nu et droit comme un bâton, avec des portions des dites couches encore adhérentes.

Dans le cas actuel, les aiguilles ont bien des fois entamé les terminaisons spirales, et elles les ont cassées ou retirées des éléments qui leur servent de gaîne (fig. 5 et 18), mais même

alors, les cylindres-axes en spirale conservent toujours leur forme spirale, ce qui prouve qu'ils ont été fixés dans cet état et que les spirales existaient avant que le nerf ne fût plongé dans la solution.

Il faut cependant admettre que dans les fibres nerveuses que nous savons être parfaitement saines, cette tendance à former des spirales, de même que des épaississements des cylindres-axes, se rencontre souvent. Ces formes sont apparemment dues à la contraction du protoplasma des segments inter-annulaires environnants, laquelle force les cylindres-axes, relativement raides, à s'adapter aux variations de longueur des segments. Nous sommes donc d'avis que la tendance du cylindre-axe à former une spirale est une tendance naturelle qui a passé jusqu'ici inaperçue dans les nerfs normaux, et que les enroulements pathologiques décrits par nous et qui sont le résultat d'une rupture du cylindre-axe ne sont que des exagérations de cette tendance naturelle.

Vient ensuite la question de savoir jusqu'où les lésions mécaniques faites par les aiguilles peuvent expliquer les apparences que l'on trouve. Cette question peut être abordée de deux manières différentes. Nous avons fait d'abord des coupes avec le rasoir à travers de tels nerfs, et nous avons traversé çà et là quelques-unes de ces spirales (*c*, fig. 19). En second lieu nous sommes à même de montrer des exemples de ces terminaisons spirales, à l'intérieur de faisceaux de fibres nerveuses qui n'ont pas subi de dérangement, et à côté d'autres fibres dont les cylindres-axes sont encore intacts.

Ainsi donc, nous pouvons prétendre à juste titre que la formation des spirales n'est point due à l'action mécanique des aiguilles. Celles-ci causent cependant assez souvent des ruptures simples des cylindres-axes, et le nombre de ces cylindres-axes ainsi cassés augmente avec le temps pendant lequel ils ont été exposés aux réactifs fixants. Sans doute, l'on rencontre parfois des exemples où il est difficile de se prononcer entre les ruptures naturelles et artificielles, mais c'est en pleine connaissance de toutes les objections précédentes que nous présentons les terminaisons spirales comme la disposition naturelle dans les lésions non traumatiques.

Il reste encore une objection grave dont nous avons laissé la

considération jusqu'à la fin. On pourrait objecter avec justice qu'en disséquant les nerfs nous avions employé une tension assez forte pour casser les cylindres-axes. Cet argument serait parfaitement en accord avec l'apparence présentée par la spirale dans une coupe transversale, comme en *c*, fig. 19, et on pourrait croire que la spirale était formée avant que le nerf ne fût mis dans la solution chromique. Mais contre cette objection on peut avancer deux raisons. La première, c'est que nous avons mis le plus grand soin à isoler les nerfs, tout en évitant le plus possible toute manipulation qui pût causer la rupture de la myéline (ouvrir les incisures de Schmidt, loc. cit. t. I, p. 38) et par conséquent du cylindre-axe. La seconde, c'est que l'on voit souvent la désintégration granuleuse qui détruit le cylindre-axe dans la zone gangréneuse agir aussi sur des terminaisons spirales dans cette zone (fig. 6 et 8), ce qui prouve que ces terminaisons spirales granuleuses doivent nécessairement avoir été formées plusieurs jours au moins avant que le nerf ne fût enlevé à l'extrémité du malade.

S'il était possible d'admettre que la tension légère appliquée aux nerfs cassât les cylindres-axes, ainsi qu'on les voit dans nos préparations, on serait fondé à admettre que la forte tension appliquée dans l'opération chirurgicale de tendre les nerfs, a pour effet de causer une rupture pareille suivie de près de régénération, processus que nous allons étudier tout à l'heure. Le mode d'agir de cette opération utile trouverait ainsi une explication facile.

II. — Terminaisons du cylindre-axe dans la portion gangréneuse des nerfs.

Si la terminaison du cylindre-axe du côté sain de la ligne limitant la gangrène est plus importante à cause de son rapport avec la régénération, la condition du cylindre-axe dans la région malade est intéressante, puisqu'elle se trouve liée au processus de resorption qui n'a point encore reçu d'explication.

Il n'est guère besoin aujourd'hui de citer les opinions énoncées par Remak, Schiff et d'autres, suivant lesquels (loc. cit. t. II, p. 43) le cylindre-axe persisterait indéfiniment dans la

portion périphérique d'un nerf sectionné; car il est maintenant généralement admis que le cylindre-axe se divise en laissant derrière lui des fragments de grandeur variable; mais, outre cela, il paraît que l'on ignore tout ce qui a lieu lors de sa disparition finale. Ranvier fait dériver la fragmentation ou la rupture primitive du gonflement du protoplasma qui entoure immédiatement le noyau du segment inter-annulaire (loc. cit. t. I, p. 323), tandis que d'après Engelmann le cylindre-axe se diviserait au niveau des étranglements annulaires par une dissociation des soudures unissant ses portions primitives. Tous deux s'accordent, quant à la fragmentation subséquente de ces portions primitives. Nous faisons observer ici que la longueur tout à fait irrégulière des fragments, et l'absence d'un rapport constant quelconque entre ceux-ci et l'étranglement annulaire ou les noyaux des segments inter-annulaires prouve que, dans le cas que nous étudions, ni l'une ni l'autre opinion ne peut être applicable.

La première question importante à résoudre, c'est la distance qui peut intervenir entre le bout central et le bout périphérique d'un cylindre-axe cassé. Personne, que nous le sachions, n'a posé cette question, bien que les hypothèses diverses qui ont été formulées ne puissent point s'arranger d'une longueur de plus d'un segment inter-annulaire. Comme nous l'avons déjà dit, nous y avons trouvé des distances bien plus considérables, des distances tellement grandes que les deux bouts du cylindre-axe sont rarement visibles dans la même préparation. Entre nos dessins la figure 5 montre cependant dans une même préparation les deux bouts avec leurs caractères respectifs, à une distance d'environ 3 millimètres l'un de l'autre.

Les portions périphériques paraissent dans la figure 5 s'être retirées en une spirale irrégulière, de même que la portion centrale, et nous faisons aussi remarquer que cette portion périphérique ressemble beaucoup aux terminaisons ou portions périphériques dans les lésions expérimentales, ainsi que les figure Ranvier (loc. cit. t. I, planche IV, fig. 11). Ce genre de terminaisons périphériques semble ne se former que dans des éléments sains, où le cylindre-axe a conservé son élasticité ou le protoplasma sa puissance contractile, car lorsqu'on examine la disposition du cylindre-axe dans des portions du nerf bai

gnées par les sucs gangréneux, on trouve des états ou des phénomènes entièrement dissemblables.

Tandis que dans les nerfs que l'on appelle ordinairemant nerfs en voie de dégénération, les changements subis par tous les éléments des segments inter-annulaires sont des changements purement embryonnaires et non morbides, nous avons dans le cas actuel un exemple de nécrobiose véritable survenue dans tous les éléments, et cette mort est plus nettement marquée dans le cylindre-axe. En étudiant les formes diverses revêtues par le cylindre-axe qui se désorganise, la première chose qui devient évidente est l'existence d'une cavité ou d'un canal à son intérieur. On pourrait dire que ce n'est là qu'un autre mode de formuler les opinions de certains auteurs qui croient que le cylindre-axe possède une membrane d'enveloppe (loc. cit. t. I, p. 88), mais nous croyons au contraire que les deux choses sont tout à fait distinctes, et que les conséquences pathologiques qui découlent de l'existence de la cavité le prouvent suffisamment.

La cavité en question paraît exister au centre du cylindre-axe, et à l'approche de la mort dans cet élément on trouve que la portion centrale en devient transparente, tandis que la zone périphérique devient finement granuleuse. La portion centrale se gonfle en formant des renflements ou des dilatations dans diverses portions du cylindre-axe (fig. 9, 10, 11, 12, 13, 14 et 15), et presque toujours aux terminaisons de celui-ci ou aux extrémités des portions cassées, lorsqu'il y en a. Ces dilatations peuvent être globuleuses, elliptiques ou, comme on les trouve le plus souvent, allongées dans le sens du cylindre-axe, et ayant en apparence la même relation avec cylindre-axe que le réservoir de Pecquet avec le canal thoracique. Partout où l'on rencontre ces renflements nous avons observé que la substance granuleuse était non seulement refoulée vers la périphérie, mais qu'à bien des endroits elle semblait n'avoir point suffi à occuper la périphérie tout entière (fig. 12), et qu'elle y laissait de grands intervalles transparents qui avaient l'air de fenêtres dans la paroi granuleuse, apparence qui pourrait bien résulter de la présence simultanée d'une membrane et de la cavité axile que l'on voit très bien dans plusieurs de nos préparations.

Au bout d'un certain temps, ces dilatations peuvent crever comme des cellules vacuolées, et l'on observe alors (fig. 11) quelquefois des déchirures de la paroi.

Les dispositions que nous venons de décrire semblent exister dans les terminaisons des cylindres-axes qui restent encore attachées au système nerveux central, comme si le cylindre-axe subissait la désorganisation sans rupture ni fragmentation (fig. 6, 9, 12 et 13) préalables, de la même manière que les doigts d'une personne vivante pourraient être brûlés et détruits pendant qu'ils étaient ancore attachés à un membre sain. La dilatation allongée peut être contournée ou enroulée en crosse (fig. 13), ce qui provient selon toute probabilité de la compression exercée par le protoplasma qui entoure la terminaison du cylindre-axe.

Cette formation de pseudo-vacuoles et cette désintégration granuleuse se voient encore mieux dans les fragments du cylindre-axe séparés de leur souche primitive. On peut suivre dans les portions les plus petites toute l'histoire subséquente du cylindre-axe, car dans plusieurs préparations il n'en manque aucune période. Le cylindre-axe peut se diviser même avant que les dilatations ne se forment (fig. 10 et 15), et on peut alors observer la formation des vacuoles ou la dilatation dans les portions séparées, et après que les boules ou dilatations ont crevé, on distingue encore la substance granuleuse qui caractérise leurs débris, mêlée aux débris des autres éléments de la fibre nerveuse.

Nous avons trouvé que la ligne de démarcation de la gangrène, et parfois jusqu'à 6 millimètres au-dessous de celle-ci, ne représentait point la mort des tissus, mais seulement leur imbibition par les éléments colorants du sang. Plus inférieurement cependant la mort les avait frappés, et on rencontrait des leucocytes nombreux au milieu et à l'intérieur des fibres nerveuses dégénérées (fig. 11, 13 et 15). Un grand nombre de globules rouges altérés se voyaient également entre les fibres, mais on n'en distinguait point à l'intérieur de celles-ci, et les vaisseaux sanguins des nerfs de cette région en étaient distendus.

Il va sans dire que ce que nous disons des éléments sanguins

se borne à la gangrène, mais les phénomènes des terminaisons spirales appartiennent également aux autres lésions non traumatiques, comme par exemple à la lèpre.

Une autre question importante est celle du rapport qui existe entre les terminaisons spirales dans les cylindres-axes du tissu sain et les terminaisons de forme variée situées dans la zone gangréneuse du tissu granuleux. On trouve des exemples instructifs, dans lesquels la terminaison spirale subit la même désintégration granuleuse (fig. 6 et 8) qui caractérise les fragments de cylindre-axe en voie de désintégration dans un nerf complètement dégénéré. En suivant le trajet de ces terminaisons granuleuses, on les voit se continuer supérieurement avec des cylindres-axes sains et transparents, ce qui prouve qu'une terminaison spirale saine s'était formée dans ces points après rupture du cylindre-axe plus bas, et à une époque antérieure à l'extension de la gangrène jusqu'à sa ligne définitive de démarcation.

Lorsque cependant la gangrène fut montée jusqu'à sa limite supérieure, la spirale s'y trouvait enveloppée, sans qu'une séparation ait eu lieu, et la désintégration granuleuse étant survenue plus tard, la spirale en voie de désintégration restée attachée à un cylindre-axe sain, forme un lien entre la terminaison spirale saine et la terminaison granuleuse et dilatée des cylindres-axes gangréneux, tout en prouvant que la terminaison spirale existait longtemps, des jours ou des semaines même, avant que le nerf ne fût enlevé sur l'extrémité malade amputée. Ainsi la terminaison spirale est le résultat légitime d'une rupture du cylindre-axe pendant la vie dans les lésions non traumatiques des nerfs.

De même que la présence dans une zone gangréneuse d'une terminaison granuleuse et en voie de dégénération reliée à un cylindre-axe non cassé et sain, nous permet d'établir la connexion qui existe entre ces terminaisons granuleuses et les boules ou fragments arrondis ou elliptiques granuleux du cylindre-axe dans la même fibre nerveuse, la connaissance ainsi acquise nous permet de découvrir, dans les tubes nerveux dépourvus de cylindre-axe, les restes de ces derniers éléments sous une forme qui nous aurait certainement échappé à première vue (fig. 9, 13 et 15).

On comprendra facilement que l'intervalle qui sépare les terminaisons spirales des portions centrales et des portions périphériques de cylindres-axes sains (quoique cassés), est tellement grand, que ce n'est que grâce à un hasard heureux que l'on peut observer toutes les étapes dans une même préparation, ce qui a rendu si difficile l'étude des changements qui surviennent dans le cylindre-axe fragmenté, qu'ils sont jusqu'ici passés inaperçus.

Voici, d'après la connaissance que nous en avons pu acquérir, ce qui se passe dans les portions périphériques des cylindres-axes sains. Elles se divisent en des parties plus petites, lesquelles se raccourcissent sur toute la ligne du cylindre-axe (fig. 10) ; celles-ci peuvent se diviser à leur tour, elles deviennent elliptiques ou globuleuses, et elles finissent par devenir granuleuses; mais comme elles résistent en grande partie à l'action des réactifs colorants, on les reconnaît seulement comme des vacuoles transparentes, à moins qu'on ne les traite par excès d'acide osmique, qui les fait apparaître comme des boules d'une substance granuleuse noire situées à l'intérieur des fibres nerveuses. Il y a longtemps qu'on connaît ces boules granuleuses, mais personne n'a pu s'expliquer leur origine d'une manière précise, et puisqu'on ignorait encore la manière dont le cylindre-axe disparaissait, on ne pouvait comprendre la formation des boules qui en dérivent.

Après l'interprétation que nous venons de donner, il serait inutile de rappeler les hypothèses diverses qui ont été formulées pour expliquer la formation de ces boules granuleuses, et pour prouver que c'étaient, soit des granules naissant du protoplasma, soit un résultat de dualité dans la myéline. Mais la manière dont le cylindre-axe se fragmente et disparaît nous fournit des renseignements précieux à l'égard de deux points importants. Dans l'une des fibres (fig. 9) on voit le cylindre-axe se terminer par un bout bulbeux, et les fragments qui s'en sont détachés, sont espacés le long du nerf sur une distance d'au moins trois segments inter-annulaires. Ces fragments sont devenus globuleux et granuleux, et ils sont en effet morts et en voie de désintégration. Il est évident que dans les trois segments qui renferment des fragments de cylindre-axe, aucun autre élément n'a subi de changement; les noyaux des seg-

ments y sont très distincts, et ils ne montrent aucune tendance à la prolifération. Il résulte de ce qui précède que le cylindre-axe peut dégénérer indépendamment de tout changement dans les éléments du segment inter-annulaire, et que, contrairement à l'opinion d'Engelmann et de son école, le cylindre-axe n'a aucune connexion biologique avec le segment inter-annulaire qui l'entoure.

De plus, il est évident que lorsque des fragments se détachent d'un cylindre-axe relié à son centre nerveux, ils meurent et se dissocient, tandis que dans la même fibre les éléments du segment inter-annulaire ne subissent que la dégénération embryonnaire de l'inflammation. Ce fait prête un appui puissant à l'hypothèse émise par Waller et soutenue par Ranvier (loc. cit. t. II, p. 74), que le cylindre-axe n'est rien autre qu'une prolongation ou une portion de la cellule nerveuse centrale, et que les fragments détachés d'une cellule vivante meurent mais ne prolifèrent pas. Cette manière de se comporter est incompatible avec l'hypothèse d'Engelmann, que le cylindre-axe se compose d'éléments qui correspondent aux segments inter-annulaires (loc. cit. t. I, p. 128), car si cela était, ces éléments devraient avoir, même lorsqu'ils sont séparés de la cellule nerveuse centrale, une vie et une action indépendante, de même que les segments inter-annulaires, lesquels, lorsqu'ils sont séparés du reste de la fibre nerveuse, n'en accomplissent pas moins l'action vitale qui constitue la prolifération embryonnaire.

III. — Régénération du cylindre-axe.

La seule autorité de notre époque que nous connaissions sur cette question, qui fonde ses opinions sur l'observation directe, c'est le professeur Ranvier. Ses observations ont été faites uniquement par le moyen de lésions traumatiques ou expérimentales sur les animaux, et aux matériaux ainsi obtenus il a appliqué sa grande habileté d'histologiste, qui le met au premier rang dans le monde de la science. Si nous présentons donc les résultats de nos propres recherches, qui sont entièrement opposés à ceux du professeur Ranvier, nous ne prétendons point contester les faits qu'il a énoncés et qui, selon

toute probabilité, sont exacts ; tout ce que nous disons, c'est que la cause première de la lésion, qu'elle soit traumatique ou non traumatique, exerce probablement une action modificatrice telle que les résultats en sont entièrement dissemblables.

D'après les apparences de fibrillation et d'hypertrophie décrites par lui, Ranvier croit (loc. cit. t. II, p. 71) que le cylindre-axe qui se régénère forme des terminaisons striées dans le sens de la fibre nerveuse, et que ces stries s'accentuent de plus en plus et finissent par se séparer en fibrilles distinctes, dont chacune forme un cylindre-axe jeune, lequel sert de point de départ pour la formation d'un nerf nouveau, et autour duquel il se développe plus tard de jeunes segments inter-annulaires, et enfin de la myéline. Pour bien comprendre cette manière de voir, on doit se rappeler que Ranvier décrit un certain nombre de nerfs grêles ou jeunes ou de segments inter-annulaires (loc. cit. t. II, p. 61), qui émanent ou se régénèrent de l'étranglement extrême du côté central de chaque fibre nerveuse primitivement sectionnée.

Or, nous n'avons jamais trouvé dans les lésions non traumatiques cette multiplicité de fibres jeunes se développant du bout d'une seule fibre nerveuse, et par conséquent nous ne pouvions guère nous attendre à découvrir la disposition striée dont il s'agit dans les terminaisons centrales des cylindres-axes en voie de régénération dans les lésions non traumatiques. Nous avons déjà constaté dans ce mémoire que nous n'avons observé la régénération des segments inter-annulaires dans les lésions non traumatiques que sous trois formes : 1° par interposition ; 2° par attachement terminal ; 3° indépendamment. Par rapport au cylindre-axe il n'y a guère à considérer que les deux premiers modes de régénération.

La première de ces formes est de beaucoup la plus fréquente dans les nerfs qui se régénèrent. Ranvier donne un dessin qui la représente fort bien (loc. cit. t. II, planche II, fig. 4), sans cependant dire un mot explicatif de cette interposition ou même de l'existence d'un cylindre-axe à l'intérieur du segment jeune et grêle interposé. Bien que ce mode de régénération soit extrêmement fréquent dans la lèpre anesthésique, il a fallu des mois entiers de travail assidu avant d'obtenir des exemples, auxquels on pût se fier, de l'état du

cylindre-axe à l'intérieur de ces segments grêles régénérés. D'abord il est impossible de le constater sur les nerfs qui ont été traités par l'acide osmique, car quoiqu'il soit possible, dans de rares cas, de voir un cylindre-axe passer au niveau de l'étranglement annulaire de l'un des segments dans l'autre, comme dans la figure 2, *ca,* toutefois, comme le cylindre-axe est caché aussitôt qu'il entre dans la myéline de chaque segment, on ne peut dire s'il est interrompu ou non dans les segments.

De l'autre part, dans les nerfs préparés à l'acide chromique, il y a l'action perturbatrice exercée par les huiles essentielles sur les segments en voie de régénération, ainsi que la difficulté d'obtenir par la dissociation des fibres solitaires intactes, car, grâce à la ténuité et à la consistance faible des fibres au niveau des segments grêles régénérés, la force la moins considérable suffit à les détruire. Cependant nous sommes à même de montrer, sur la figure 17, un bon exemple du rapport des segments inter-annulaires âgés et jeunes avec le cylindre-axe qui les traverse. Cette figure 17 représente une portion du même nerf qui nous a fourni la figure 6, et le segment grêle de la figure 17 est en effet le cinquième segment inter-annulaire en montant de la terminaison du cylindre-axe vue sur la figure 6.

Dans cet exemple, à part la question de son diamètre, le segment grêle est évidemment jeune, comme le prouve la forme allongée de son noyau, que l'on peut comparer aux noyaux elliptiques ou circulaires des segments inter-annulaires plus âgés. Le cylindre-axe, en passant à travers le segment grêle, est au moins aussi épais (sinon plus) que dans les segments voisins plus âgés, et tout tend à prouver que cette portion du cylindre-axe ne s'est pas régénérée à l'intérieur du segment jeune, mais qu'au contraire celui-ci entourait de sa substance lors de sa formation, le cylindre-axe préexistant de la fibre nerveuse primitive.

Il ne nous reste plus qu'à montrer la manière dont le cylindre-axe se prolonge vers la périphérie, dans les segments inter-annulaires régénérés par attachement terminal, de manière à former une fibre nerveuse toute nouvelle, et c'est sur ce point que nous différons le plus de M. le professeur Ranvier. Outre la circonstance qu'il a vue et figurée de jeunes segments se développant de l'étranglement extrême du côté central d'un nerf

sectionné, nous n'avons pu trouver dans son traité aucune observation directe faite sur les jeunes cylindres-axes, qu'il a l'air de supposer situés à l'intérieur de ces segments inter-annulaires grêles, car puisque ces segments ou nerfs jeunes furent traités par l'acide osmique, il serait simplement impossible d'y observer des cylindres-axes. Il ne paraît point non plus qu'il se soit servi de préparations de ces nerfs jeunes, colorées par le carmin et éclaircies par une huile essentielle, dans lesquelles seulement il est possible de faire des observations directes, qui permettent de conclure que la terminaison du cylindre-axe primitif se divise pour former le point de départ des cylindres-axes des nouvelles fibres nerveuses.

Quoi qu'il en soit, nous trouvons dans nos préparations des apparences qui nous semblent indiquer un autre mode de régénération terminale. De même que la *vallisneria spiralis* raccourcit sa tige en formant une spirale, et l'allonge en déroulant la spirale, de même le cylindre-axe, qui après la rupture propre à la dégénération, raccourcit son extrémité en formant une spirale, avance de nouveau vers la périphérie dans la régénération, en déroulant d'abord le bout de sa spirale, et pousse comme une fibre droite ou bien (fig. 18) légèrement ondulée vers les segments terminaux (fig. 16) en voie de régénération. Le premier acte du cylindre-axe dans la régénération est tout l'opposé de son premier acte dans la dégénération, et l'on pourrait même être tenté de croire que le retrait du cylindre-axe des régions envahies, soit par la gangrène, soit par l'inflammation, a pour but de préserver de toute influence morbifique une partie essentielle à la régénération.

Dans la figure 18 on voit cet acte s'accomplir, et il semble que ce soit la partie inférieure de la spirale qui se déroule d'abord, et qu'ensuite la fibre s'allonge, et qu'elle perce et traverse des segments inter-annulaires jeunes qui s'étaient attachés à l'extrémité du nerf qui se régénère. Les éléments du segment inter-annulaire qui renferme les terminaisons du cylindre-axe dans la figure 18 n'ont point subi de dégénération, mais dans le segment attaché périphériquement, il semble y avoir dégénération complète, et il n'y a rien encore à son intérieur qui indique la régénération d'un segment jeune. On voit cependant cette régénération s'accomplir dans un autre exemple,

figure 16, où l'on observe un segment récemment régénéré, comme le prouvent son mince diamètre et la forme allongée de son noyau. Le cylindre-axe en spirale du segment voisin et âgé est en train de se dérouler, de s'allonger, et de pénétrer le nouveau segment attaché périphériquement.

Les pages précédentes renferment tout ce que nous avions à dire sur le mode de régénération du cylindre-axe, avec notre interprétation des apparences dans nos préparations que reproduisent fidèlement nos dessins ; mais il nous reste encore à répondre par anticipation aux objections que l'on pourrait faire avec raison à nos interprétations.

On pourrait objecter que là où l'on a la terminaison d'un cylindre-axe dans des nerfs également exposés à la dégénération et à la régénération, il serait impossible de savoir exactement si les longues terminaisons à queue telles que celles de la figure 18 sont en train de se raccourcir ou de s'allonger. Cette objection est sérieuse jusqu'à un certain point pour la figure 18; mais la présence du segment inter-annulaire en voie de régénération à côté de celui qui renferme la spirale et la fibre à queue dans la figure 16, doit mettre la question hors de doute pour les deux fibres.

De plus, on observe que le bout extrême du cylindre-axe, dans la figure 18 est légèrement bulbeux, quoique sain et transparent, et que rien n'y fait penser à une rupture récente. Nous avons trouvé constamment des exemples semblables à la figure 6 en dedans de la zone gangréneuse, dans lesquels la terminaison spirale est tronquée ou brusque, et on voit aussi dans les figures 5 et 7 la même espèce de terminaison brusque, dépourvue de la portion à queue qui se prolonge en bas. Ces deux exemples sont bien certainement surpris dans l'acte de se raccourcir, et en les comparant aux figures 16 et 18, nous croyons avoir le droit d'avancer que la dégénération et la régénération revêtent les formes spécifiques que nous avons décrites.

Comme nous l'avons dit auparavant, si par hypothèse nous supposons que la tension violente que l'on fait subir aux fibres nerveuses dans l'opération chirurgicale d'extension forcée d'un nerf puisse également causer la rupture des cylindres-axes sains, il est presque certain que la rupture sera suivie du raccourcissement des deux bouts sous forme de spirales. Il va

également presque sans dire que dans les efforts de régénération, quelque temps après l'opération, le premier pas consiste dans le déroulement de la spirale du côté central du nerf et son allongement en ligne droite vers les nouveaux segments à la périphérie. Il semblerait même que la terminaison spirale du côté central par rapport au point de rupture, peut être regardée comme une réserve que la nature emploie en premier lieu pour fournir des cylindres-axes aux nerfs en voie de régénération. Nous n'avons encore pu constater si après que ces matériaux de réserve ont été épuisés, la prolongation incessante se fait au moyen d'un mouvement général vers la périphérie de tout le cylindre-axe ou bien au moyen d'un développement ou d'une prolongation de son extrémité terminale. Et nous n'avons pu non plus nous assurer si de telles prolongations sont du même diamètre que les portions plus âgées du cylindre-axe. Nous avons cependant vu des apparences qui tendent à faire croire que la portion jeune est beaucoup plus grêle que la portion plus âgée.

La figure 12 paraît en être un exemple, où le fil mince représenterait une portion toute neuve du cylindre-axe qui se régénère, attachée à la portion plus âgée de dimensions normales. Les deux parties paraissent avoir été envahies dans l'acte de la régénération par la gangrène ascendante, et les deux dilatations qui se présentent dans le même cylindre-axe nous fournissent l'évidence de la dégénération qui s'accomplit dans les deux parties jeunes et âgées à la même époque, de sorte que la figure 12 est au cylindre-axe ce que la figure 4 est aux éléments des segments inter-annulaires, c'est-à-dire dans l'une et l'autre figure la dégénération a suivi la régénération avant que celle-ci ne fût complète.

Ayant ainsi épuisé ce que nous avions à dire sur la dégénération et la régénération du cylindre-axe et des autres éléments des fibres nerveuses dans les lésions non traumatiques, nous terminons ce mémoire en donnant un court résumé des résultats que nous avons obtenus.

CONCLUSIONS.

1. Dans les lésions ou les ruptures non traumatiques du cylindre-axe normal, les deux bouts s'éloignent l'un de l'autre

sous forme d'une spirale plus ou moins irrégulière, et l'intervalle qui les sépare augmente graduellement jusqu'à une limite indéfinie qui peut renfermer plusieurs segments inter-annulaires.

2. Le niveau où la séparation se fait n'est point régulier pour les cylindres-axes normaux, et cette irrégularité s'observe non seulement dans différents nerfs au même niveau, mais aussi dans les divers fascicules du même nerf, et même dans les fibres différentes renfermées dans le même fascicule. Dans la gangrène, ces irrégularités ont été observées au delà d'un espace de 3 centimètres, et la même irrégularité existe dans la dégénération des autres éléments du segment inter-annulaire.

3. La rétraction en spirale du cylindre-axe précède en général les changements qui ont lieu dans les autres éléments des segments inter-annulaires abandonnés, le noyau segmentaire se laissant reconnaître à l'état normal au niveau de la terminaison spirale centrale et même au delà de celle-ci.

4. Dans la régénération du cylindre-axe, la terminaison centrale en spirale paraît agir comme matériel de réserve, et elle se déroule en poussant droit vers la périphérie, sans recevoir d'aide de la portion périphérique du cylindre-axe qui a péri.

5. Lorsque les segments inter-annulaires régénérés ou jeunes prennent place à l'extrémité de la portion centrale du nerf, le cylindre-axe paraît pénétrer dans ces segments et les traverser. Lorsque cependant ceux-ci s'interposent entre les segments normaux préexistants, on rencontre le cylindre-axe à l'intérieur des segments à moitié développés de la même grandeur que ceux qui se trouvent dans les segments normaux situés plus périphériquement.

6. Dans la gangrène, le cylindre-axe de la portion périphérique ou dégénérée du nerf se divise très irrégulièrement en morceaux de grandeur variable. Après qu'il s'est cassé, ou même avant, une désintégration granuleuse et une pseudo-vacuolation d'une portion du cylindre-axe ou du cylindre-axe tout entier a lieu. Les pseudo-vacuoles crèvent, et leurs débris se résorbent ou se mêlent aux débris des autres éléments des fibres nerveuses dégénérées.

7. Les fragments qui se séparent du cylindre-axe subissent la dégénération morbide, quand même les éléments des segments inter-annulaires à l'intérieur desquels ils se trouvent demeurent inaltérés, ce qui prouve qu'il n'y a point de rapport biologique entre le cylindre-axe et le segment inter-annulaire.

8. Puisque les fragments sus-mentionnés subissent une dégénération morbide, tandis que dans des circonstances semblables les éléments des segments inter-annulaires subissent la dégénération embryonnaire de l'inflammation simple, il s'ensuit que les premiers ne sont point des entités indépendantes comme les derniers, mais qu'ils sont selon toute probabilité, comme le supposent Remak et Ranvier, en continuation dépendante avec la cellule nerveuse centrale.

9. La manière de se comporter et les phénomènes vus dans le cylindre-axe que nous venons de décrire, diffèrent presque en totalité de ce qui a lieu dans les lésions expérimentales faites sur les animaux. En laissant à ces dernières observations leur exactitude, la différence est probablement due à l'irritation et à la destruction des éléments du segment inter-annulaire causées par le couteau ou par la pince dont on se sert pour effectuer la lésion.

10. Les boules granuleuses que l'on voit dans un état avancé de dégénération des nerfs sur les préparations faites à l'aide de l'acide osmique, sont le plus souvent composées des débris des fragments granuleux du cylindre-axe.

EXPLICATION DES PLANCHES IV ET V.

Dessins faits à la chambre claire en se servant de l'objectif $\frac{1}{12}$ à immersion à l'huile de Zeiss. Toutes les préparations proviennent de la gangrène.

Fig. 1. — Dégénération primaire ou embryonnaire des éléments des segments inter-annulaires, avec forte prolifération des noyaux des segments. Préparation à l'acide osmique dans la glycérine. Myéline noire ; noyaux rouges.

Fig. 2. — Niveau de la première période de la dégénération limitée à un seul segment inter-annulaire âgé, tandis que le segment voisin et jeune est resté parfaitement sain. On voit un morceau du cylindre-axe passer de l'un des segments à l'autre.

Fig. 3.— Régénération de deux segments inter-annulaires interposés entre des segments plus âgés.

Fig. 4. — Dégénération embryonnaire qui se produit simultanément dans un segment primitif et dans deux segments en voie de régénération. Le noyau du segment au centre est gonflé et va se diviser; les noyaux des deux autres segments sont déjà divisés en deux. Les préparations précédentes sont à l'acide osmique et conservées dans la glycérine.

Fig. 5. — Terminaisons centrales en spirale des cylindres-axes dans deux nerfs situés dans le même fascicule, qui n'a point encore été dissocié par les aiguilles. Les éléments des segments inter-annulaires de la même région paraissent encore intacts. Dans l'un de ces deux nerfs on voit le bout périphérique du cylindre-axe avec un espace considérable entre les deux bouts.

Les quinze préparations qui suivent sont à l'acide chromique, teintes par le carmin et conservée dans le vernis. En *c*, *c* l'aiguille à dissociation a fait crever la fibre.

Fig. 6. — Terminaison centrale en spirale d'un cylindre-axe qui est en train de devenir granuleux et de subir la dégénération morbifique. Cette spirale se trouve située dans la zone gangréneuse, et on voit que postérieurement à la formation de la spirale elle avait été envahie par la gangrène. Cette terminaison forme le lien entre les spirales du tissu sain, comme celles de la figure 5, et les terminaisons granuleuses et pseudo-vacuolées des cylindres-axes du tissu gangréneux, comme on les voit sur les figures 9, 11, 12, 13, 14 et 15. Au-dessus de cette terminaison, le cylindre-axe est sain et transparent. Au-dessous, il y a destruction complète des éléments des segments inter-annulaires.

Fig. 7. — Commencement d'enroulement après la rupture dans un cylindre-axe sain.

Fig. 8. — Terminaison centrale en spirale d'un cylindre-axe en train de devenir granuleux, comme celui de la figure 6.

Fig. 9. — Terminaison bulbeuse et granuleuse de la partie centrale d'un cylindre-axe. *c*, *a* sont des fragments qui se sont séparés du cylindre-axe et qui subissent la dégénération et la résorption. Traités par l'acide osmique, ils se montrent pareils aux boules granuleuses que l'on trouve dans les nerfs quand la dégénération est presque complète. Les noyaux et les autres éléments des segments inter-annulaires qui contiennent ces boules sont encore intacts.

Fig. 10. — Morceaux provenant de la fragmentation de la portion périphérique d'un cylindre-axe dans une région relativement saine, immédiatement au-dessus de la limite de la gangrène. Ces morceaux sont en train de devenir granuleux et de subir d'abord la dégénération morbifique, puis la résorption.

Fig. 11. — État particulier d'une terminaison bulbeuse ou pseudo-vacuolée d'un cylindre-axe qui a éclaté, et qui laisse bien voir le

bord déchiré de sa paroi. Près d'elle on voit un grand nombre de leucocytes *l, l*.

Fig. 12. — Dilatations granuleuses simultanées de cylindres-axes gangréneux âgés et récemment régénéré. En *b* on voit comme des fenêtres transparentes dans la paroi granuleuse.

Fig. 13. — État particulier d'incurvation de la terminaison bulbeuse du cylindre-axe dans la zone gangréneuse.

Fig. 14.— Cylindre-axe granuleux qui se casse et qui se dilate avec des formes particulières dans la zone gangréneuse des tissus.

Fig. 15. — Fragmentation de la portion périphérique du cylindre-axe. On peut suivre sur cette préparation les différentes phases de la fragmentation, de la dégénération granuleuse, de la pseudo-vacuolation et de la formation des boules granuleuses, enfin de la résorption graduelle. Un grand nombre de leucocytes se trouvent au dehors et au dedans de la fibre nerveuse, qui dégénère avec destruction complète des éléments des segments.

Fig. 16. — Régénération du cylindre-axe du bout terminal d'une spirale saine, qui se déroule et qui pousse vers le segment grêle qui vient d'être régénéré au-dessous du segment âgé qui contient la spirale.

Fig. 17. —Rapport d'un segment inter-annulaire grêle et jeune, qui a été interposé entre les segments primitifs, avec le cylindre-axe qui le traverse ou qu'ils entourent. Cette figure fait partie du nerf qu'on voit dans la figure 6, et le segment grêle est en effet le cinquième au-dessus de la spirale vue sur la figure 6.

Fig. 18. — Régénération du cylindre-axe du bout terminal d'une terminaison spirale consécutive à la rupture. Dans ce cas les éléments du segment qui contient la spirale sont encore intacts, quoique dans le segment immédiatement au-dessous les éléments aient subi la dégénération embryonnaire, et qu'il ne s'y trouve pas encore de segment en voie de régénération comme dans la figure 16. En *c* l'aiguille à dissociation a fait crever et la fibre et le cylindre-axe en spirale, sans faire dérouler la spirale qu'elle a tirée en dehors.

Fig. 19. — Coupe transversale à travers un fascicule nerveux, 5 millimètres au-dessus de la ligne limitant la gangrène. A ce niveau plusieurs nerfs ont été déjà abandonnés par leurs cylindres-axes, et l'on voit une terminaison spirale traversée par la coupe en *c*. Nerfs en régénération *a, a*.

Fig. 20. — Coupe transversale à travers un fascicule nerveux traité par l'acide osmique, prise au même niveau que la figure 17. La plupart des cylindres-axes ont disparu, et la myéline est fragmentée dans trois des fibres nerveuses.

Fig. 21 et 22. — Coupe transversale à travers deux fascicules contigus, 5 millimètres au-dessous de la limite de la gangrène. Tous

les cylindres-axes y sont détruits, quoiqu'il en reste toujours des fragments. La coupe passe également à travers des terminaisons bulbeuses ou des fragments. On voit une différence considérable d'un fascicule à l'autre par rapport à l'état plus ou moins avancé de dégénération au même niveau, ce qui montre que la dégénération n'est point uniforme au même niveau. La figure 22 correspond à la partie dilatée inférieure de la figure 7.

Fig. 23. — Coupe transversale à travers un fascicule traité par l'acide osmique et prise au même niveau que la figure 22.

Dans les figures, *sn* indique les noyaux des segments inter-annulaires et leurs produits; *c a* indique le cylindre-axe et ses produits; *e a* indique les étranglements annulaires; *l*, *l* leucocytes; *m* myéline.

SUR

L'ABSORPTION PAR LE PÉRITOINE

NOTIONS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

TIRÉES DE LA

RECHERCHE DES VOIES PARCOURUES PAR LES SUBSTANCES ABSORBÉES DANS L'ANIMAL VIVANT (1)

Par **L. DUBAR** et **Ch. REMY**

Ex-interne des hôpitaux de Paris. Agrégé à la Faculté de médecine.

(PLANCHES VI A VIII.)

L'examen journalier des malades démontre la fréquence et l'inocuité habituelle des épanchements albumineux dans la séreuse péritonéale. L'ascite peut exister pendant un temps très long sans déterminer ni du côté du péritoine ni du côté des viscères abdominaux de lésions notables. Mais dans ces faits pathologiques, le liquide albumineux s'est produit insensiblement; il n'a distendu que peu à peu la cavité péritonéale. D'autre part, il existe toujours des lésions du système circulatoire adjacent au péritoine, ou du péritoine lui-même, qui expliquent la formation et la persistance de l'épanchement. L'arrivée brusque, inopinée, d'une quantité assez considérable de liquides albumineux dans un péritoine normal, dont la circulation adjacente est physiologique, serait-elle également bien tolérée? Telle est la première question que nous nous sommes posée au début de ce travail. Nous avons institué des expériences dans ce but, et, chemin faisant, nous avons recherché les modifications que pouvait subir le péritoine au contact de liquides albumineux, et ce que devenait ce liquide au bout d'un certain temps.

Cette première série d'expériences nous ayant démontré que les liquides albumineux déposés dans le péritoine disparaissaient rapidement, nous avons voulu savoir par quelle voie ils

(1) Un résumé de ce mémoire a été présenté à la Société de biologie dans la séance du 12 novembre 1881. La *Gazette médicale,* dans son numéro correspondant rend compte de la discussion élevée à ce sujet. Les autres journaux, donnent à ce propos, une note très incomplète. — Les planches paraîtront avec la seconde partie du mémoire.

s'échappaient. Passaient-ils dans les lymphatiques ou dans les veines annexées au péritoine, dans l'un de ces ordres de vaisseaux à l'exclusion de l'autre ou simultanément dans les deux? Cette recherche nous a conduit à augmenter considérablement nos moyens d'investigation. Nous nous sommes en effet servi, dans ce but, de liquides variés, albumineux ou non et diversement colorés, dont nous pouvions constater la présence dans les voies lymphatiques et dans les voies sanguines.

Enfin, nous n'avons pas voulu limiter notre travail à la recherche des substances absorbées dans les systèmes sanguin et lymphatique adjacents au péritoine, comme la plupart des observateurs l'avaient fait précédemment; nous nous sommes efforcé de suivre, dans toute l'économie, le chemin parcouru par les substances absorbées à ta surface du péritoine.

L'examen de nombreuses pièces à l'œil nu et au microscope nous a fourni sur divers organes des notions anatomiques et physiologiques importantes — quelques-unes complètement nouvelles.

Nous diviserons notre sujet en trois parties :

La première partie traitera de l'absorption des liquides albumineux par le péritoine ;

La deuxième partie sera consacrée à la recherche des voies par où s'effectue l'absorption des liquides variés déposés dans le péritoine.

Dans une troisième partie nous rendrons compte des résultats anatomiques et physiologiques que nous a fourni l'examen des divers organes parcourus par les substances absorbées dans la séreuse péritonéale.

On trouvera à la fin de ce travail les observations qui lui servent de base. Nous avons supprimé toutes celles qui se répétaient et nous avons pu ainsi restreindre à 35, plus de 100 expériences que nous avons instituées.

Avant d'entrer en matière, nous devons dire en quelques mots comment nous avons procédé dans nos expériences :

L'animal que nous avons utilisé est le lapin. Son péritoine dépourvu de graisse, au niveau des viscères, se prête merveilleusement à l'étude des vaisseaux sanguins et lymphatiques. Les imprégnations au nitrate d'argent de son épithélium se font avec une grande netteté.

Méthode opératoire. — La méthode opératoire qui nous a paru la meilleure pour faire pénétrer des liquides variés dans la cavité péritoniale, tout en produisant le traumatisme le plus léger, a été la suivante : le lapin est couché sur le dos dans un appareil spécial ou sur une table, les quatre pattes solidement fixées et écartées, de manière que la paroi abdominale antérieure soit légèrement tendue. Après avoir rasé les poils sur la ligne blanche dans un espace de 3 centimètres, on pratique avec le bistouri et à petits coups, une boutonnière qui ouvre la paroi abdominale dans une étendue minime, exactement suffisante pour livrer passage à une canule mousse à injection de Ranvier. En procédant de la sorte, on a la certitude de ne pas blesser l'intestin, qui est accolé à la paroi abdominale. Ni le pincement et le soulèvement de la paroi, ni la ponction directe avec un fin trocart, ne sauraient donner cette sécurité.

La canule une fois introduite, on pousse doucement une injection de 30 à 100 grammes de liquide dans le péritoine. Qu'on se serve d'une seringue ordinaire ou d'un appareil à pression (tel que l'appareil Potain, par exemple) on peut, sans amener de gêne notable dans la respiration, injecter 100 grammes de liquide en 5 minutes dans le péritoine d'un lapin de moyenne taille. Lorsque l'injection est terminée, on retire vivement la canule et on place une pince à pression continue sur le petit orifice de la paroi, de façon à empêcher toute issue de liquide.

En procédant ainsi sur plus de cent lapins, nous n'avons pas eu un accident qui soit venu entraver notre expérience. L'animal est laissé dans cette situation aussi longtemps qu'il est nécessaire. Lorsqu'il s'agit d'injections albumineuses qui, nous le verrons, sont inoffensives, on peut au bout de quelques heures pratiquer un point de suture sur l'orifice de la paroi, puis rendre la liberté à l'animal.

Quelque soit le liquide injecté, il doit être chauffé à 39° ou 40°. Les liquides froids entravent l'absorption.

PREMIÈRE PARTIE.

De l'absorption des liquides albumineux par le péritoine.

Nous nous sommes servi de l'albumine du blanc d'œuf plus ou moins diluée par l'eau. Nous avons injecté dans 5 cas de

l'albumine et de l'eau à parties égales. Mais presque toujours nous avons utilisé la solution suivante :

Albumine (de l'œuf).	60 grammes
Eau	1000 grammes

A cette solution nous avons ajouté assez souvent pour nous rapprocher autant que possible de la composition du liquide ascitique :

Chlorure de sodium.	8 grammes
Carbonate de soude	2 grammes

Ces solutions étaient préalablement filtrées.

Quelle que soit la solution albumineuse employée, concentrée ou diluée, elle est absorbée. Cette absorption est plus ou moins rapide. Lorsqu'on injecte 100 grammes de la solution à 60 p. 1000, on constate qu'ils ont complètement ou à peu près complètement disparu au bout de 15 à 24 heures. Sur 12 cas que nous avons notés, quatre fois il n'y avait plus trace de liquide 24 heures après l'injection, huit fois nous en avons rencontré un peu moins d'une cuillerée à café tantôt après 24 heures, tantôt après 18 heures, une fois après 15 heures seulement.

L'absorption est donc très rapide. Elle commence dès les premières heures de l'expérience. Sur un lapin tué par hémorrhagie 2 heures après une injection de 100 grammes d'une solution albumineuse à 120 p. 1000, nous n'avons plus rencontré que 65 grammes de liquide dans la cavité péritonale, 35 grammes avaient donc disparu en 2 heures. Sur un lapin tué par hémorrhagie 3 heures après l'injection de la même solution, nous avons trouvé dans la cavité péritonéale 58 grammes de liquide. 42 grammes de la solution avaient donc été absorbés en 3 heures.

Enfin sur un lapin mort au bout de 5 minutes après une injection de solution albumineuse (60 p. 1000) à laquelle nous avions joint 10 centigrammes de cyanure de potassium, le canal thoracique fut trouvé gorgé d'un liquide transparent, le liquide recueilli avec grand soin et traité par l'alcool donna un précipité abondant de flocons albumineux.

Lorsqu'on injecte une solution albumineuse très concentrée (albumine et eau à parties égales) l'absorption est moins rapide

et l'on trouve encore au bout de 48 heures, 3 jours, des filaments isolés ou en amas, de couleur blanchâtre à la surface des anses intestinales et entre le foie et le diaphragme.

Ces premiers faits ne laissent pas de doute sur l'absorption de l'albumine mélangée à une plus ou moins grande quantité d'eau, puisqu'il est bien établi que dans le 1/3 des cas, au bout de 24 heures on ne trouve plus de liquide dans la cavité abdominale.

Mais d'autres preuves de cette absorption peuvent être tirées de la présence de l'albumine en quantité anormale dans les voies lymphatiques tributaires du péritoine.

La quantité d'albumine contenue dans le sérum du sang après l'injection a été également l'objet d'une étude particulière.

RECHERCHE DE L'ALBUMINE DANS LES VOIES LYMPHATIQUES.

Pour déceler l'albumine dans l'appareil lymphatique, nous avons utilisé les différents moyens usités pour en amener la coagulation, puis nous avons soumis les préparations obtenues à un examen à l'œil nu et à un examen microscopique.

a) *Coagulation par l'eau bouillante.* — Dès que l'animal est mort, nous pratiquons de chaque côté du thorax une ouverture d'un centimètre carré, de façon à permettre la pénétration de l'eau; puis nous plongeons l'animal entier dans l'eau bouillante. Au bout de 10 à 20 minutes, nous faisons l'ouverture du thorax et nous constatons sur le diaphragme du côté de la face pleurale le relief d'un certain nombre de lymphatiques, la saillie du canal thoracique qui présente une certaine fermeté, enfin un état de turgescence et de dureté caractéristique des ganglions lymphatiqnes, qui occupent les parties supérieures et latérales du thorax. Des coupes microscopiques nous démontrent que le canal thoracique est occupé par un coagulum granuleux dense. Le même coagulum se retrouve dans les sinus et les vaisseaux centraux des ganglions.

b) *Coagulation par l'alcool.* — Il suffit d'immerger dans l'alcool à 90° le thorax, après avoir préalablement jeté des ligatures sur les vaisseaux veineux voisins de l'abouchement du canal thoracique et sur la partie inférieure de ce canal près du diaphragme, pour constater le même état turgescent et dur du

canal thoracique et des ganglions lymphatiques, comme dans le procédé précédent. Nous conservons dans l'alcool depuis plusieurs mois des pièces tout à fait démonstratives.

On pourrait nous objecter que la lymphe normale contient une certaine proportion d'albumine et que les coagulations que nous obtenons pourraient lui être rapportées. Remarquons d'abord qu'il résulte des recherches de chimie biologique (Würtz, Schmidt), que la lymphe du canal thoracique contient 2 ou 3 fois moins d'albumine que le sang. Mais voici les moyens à l'aide desquels nous avons démontré que la plus grande partie de nos coagulums était bien due à l'albumine que nous avions injectée.

1° Nous avons essayé les effets de l'alcool sur le contenu du canal thoracique de lapins non injectés, en plongeant dans l'alcool à 90° le canal thoracique laissé en place sur les parois de la colonne vertébrale. Nous n'avons pas obtenu de coagulation appréciable. Quand nous agissions, au contraire, sur des lapins injectés, il se produisait un coagulum très évident.

2° La solution saturée de sulfate de cuivre est indiquée par les auteurs comme un moyen de précipiter l'albumine en lui donnant une coloration bleue. Cette solution mise en contact avec le canal thoracique d'un lapin non injecté fait apparaître un léger précipité bleuâtre, en *grumeaux séparés et mobiles*. Au contraire, sur un lapin auquel on a pratiqué une injection d'albumine, le précipité obtenu par la solution de sulfate de cuivre est *très abondant et presque compacte*.

Ces deux expériences nous démontrent donc qu'il se trouve dans le canal thoracique une quantité anormale d'albumine lorsque l'animal a reçu dans la cavité péritonéale une injection albumineuse.

Si l'on fait intervenir l'alcool sur des pièces déjà soumises à l'action du sulfate de cuivre les résultats deviennent de plus en plus concluants. L'alcool n'augmente pas le précipité sur les lapins non injectés. Il rend au contraire le coagulum dense et rigide sur les lapins soumis à l'injection albumineuse.

Le sulfate de cuivre a donc dans nos recherches une importance toute particulière, puisque l'essai successif de sa solution concentrée et de l'alcool à 90° nous permet de reconnaître d'une manière certaine si le canal thoracique contient de l'albumine

normale qui est toujours en très petite quantité, ou s'il renferme de l'albumine expérimentale qui est toujours en proportion beaucoup plus considérable.

Il est important de pratiquer la recherche de l'albumine sur un animal tué ou récemment mort, car au bout d'un petit nombre d'heures la lymphe s'écoule des voies lymphatiques, on ne la trouve plus que dans les ganglions et les résultats peuvent être entachés d'erreur.

RECHERCHE DE L'ALBUMINE DANS LE SANG.

L'albumine absorbée sort-elle immédiatement de l'organisme ou bien s'accumule-t-elle dans le sang et n'est-elle ensuite que peu à peu éliminée ? Afin d'obtenir sur ce sujet quelques notions, nous avons tué 6 lapins de même taille par hémorrhagie, et nous avons recueilli 50 grammes de leur sang. Des 6 lapins 3 n'avaient pas subi d'injection; les trois derniers avaient été injectés avec une solution d'albumine à 120 p. 1000. Deux d'entre eux ont été saignés 2 heures après l'injection ; le troisième à été saigné 3 heures après l'injection. Le dosage a porté sur l'albumine du sérum et a été pratiqué dans les six cas exactement dans les mêmes conditions et avec le plus grand soin par M. Paul Meurein, chimiste distingué, à qui nous adressons ici tous nos remerciements. Voici les résultats qu'il nous a transmis :

Echantillon n° 1 (lapin non injecté), quantité de sérum recueillie : 15gr 50. Coagulum formé par l'ébullition, recueilli, lavé à l'eau chaude, séché à l'étuve à 90°, jusqu'à ce que le filtre ne perdît plus de son poids. — 10 grammes de ce sérum contiennent 0gr,5785 de coagulum desséché, c'est-à-dire 5gr,785 p. 100.

Echantillon n° 2 (lapin non injecté), quantité de sérum recueillie : 18 gr. 80. — 10 grammes de ce sérum contiennent 0 gr. 5375 de coagulum desséché, c'est-à-dire 5 gr. 375 p. 100.

Echantillon n° 3 (lapin non injecté), quantité de sérum recueillie, 25 grammes. — 10 grammes de ce sérum contiennent 0 gr. 5621 de coagulum desséché, c'est-à-dire 5 gr. 621 p. 100.

Echantillon n° 4 (lapin injecté, saigné 2 heures après l'injection), quantité de sérum recueillie : 23 grammes. — 10 gram-

mes de ce sérum contiennent 0,5060 de coagulum desséché, c'est-à-dire 5 gr. 060 p. 100.

Echantillon n° 5 (lapin injecté, saigné 2 heures après l'injection), quantité de sérum recueillie : 20 gr. 50. — 10 grammes de ce sérum contiennent 0,5210 de coagulum desséché, c'est-à-dire 5 gr. 210 p. 100.

Echantillon n° 6 (lapin injecté, saigné 3 heures après l'injection), quantité de sérum recueillie : 14 grammes. — 10 grammes de ce sérum contiennent 0,4530 de coagulum desséché, c'est-à-dire 4 gr. 530 p. 100.

La saignée pour le lapin n° 6 a été pratiquée dans de mauvaises conditions. Le sang coulait difficilement et il n'a été possible que de recueillir 4 grammes de sang. En ne tenant pas compte de l'échantillon n° 6 on peut s'assurer que le sérum des 3 lapins non injectés contenait un peu plus de coagulum que celui des lapins injectés. La différence est peu considérable, 2 à 3 centigrammes pour 10 grammes de sérum.

Un fait résulte certainement de ces analyses, c'est que l'albumine de l'œuf ne paraît pas s'accumuler dans le sérum du sang ; elle est éliminée avec une grande rapidité par le rein. Les examens d'urine que nous avions pratiqués à différentes époques depuis l'injection nous avaient bien démontré cette élimination rapide.

Nous avons également remarqué que le sang recueilli à la suite de la section de l'artère et de la veine crurales mises à nu coulait plus difficilement chez les lapins injectés que chez ceux qui n'avaient subi aucune injection. Nous avons obtenu avec peine 50 grammes de sang chez les lapins n° 4 et 5.

Nous avons dit précédemment qu'il nous avait été impossible d'en obtenir plus de 40 grammes chez le n° 6. Nous ne faisons que constater le fait sans l'expliquer.

En résumé les différences entre analyses de sérum de lapins injectés et non injectés sont minimes. Les coagulums obtenus par la chaleur peuvent contenir des sels et des principes gras qui par leurs proportions plus ou moins considérables expliquent très bien les petites différences constatées. Nous ne disposions pas en effet des moyens nécessaires pour faire des analyses plus complètes.

Tels qu'ils sont, ces résultats nous démontrent que si l'albu-

mine de l'œuf absorbée dans le péritoine s'accumule et s'emmagasine dans un point de l'économie, cette accumulation ne paraît pas se produire dans le sérum du sang.

L'albumine en solution déposée dans le péritoine, est rapidement absorbée. Elle passe certainement par les lymphatiques du diaphragme et le canal thoracique. Elle arrive dans la circulation générale. Elle est alors éliminée par le rein. On sait depuis les travaux de Cl. Bernard (1) que l'albumine du blanc d'œuf est éliminée par les urines. Aussi avons-nous immédiatement porté nos recherches de ce côté. Après avoir préalablement essayé l'urine avant l'injection et avoir constaté qu'elle ne contenait pas d'albumine, on sonde l'animal 20 minutes, une demi-heure, une heure, etc., après l'injection. On remarque que l'urine après 20 minutes, une demi-heure est déjà un peu floconneuse lorsqu'on la traite par la chaleur et par l'acide nitrique. Au bout d'une heure, elle est très albumineuse et reste telle pendant plusieurs jours ainsi que nous l'avons maintes fois observé (exp. 4).

Nous avons dit plus haut que les injections albumineuses dans le péritoine, lorsqu'elles étaient pratiquées à une température de 39° à 40°, lorsque les solutions étaient fraîches, récentes, ne causaient plus de douleur et ne compromettaient pas la vie de l'animal. L'examen anatomique de la séreuse après les injections nous rend très bien compte de cette innocuité. En effet lorsqu'on ouvre un lapin injecté depuis 24, 36 heures, avec 100 grammes d'une solution albumineuse à 60 p. 1000, on ne trouve à l'œil nu aucune espèce de lésion. Les anses intestinales et les autres viscères contenus dans la cavité abdominale donnent au toucher une sensation un peu collante. Mais tous les replis péritonéaux ont gardé leur entière transparence. Il n'y a pas trace d'inflammation, même de congestion du côté du système sanguin. Si l'on prend des portions de péritoine et si l'on

(1) L'albumine d'œuf injectée dans les veines des animaux, passe rapidement et abondamment dans les veines. Au contraire, le mélange de sérine et de métalbumine composant le sérum après formation du caillot n'apparait pas dans les urines après injection dans les veines (Claude Bernard). Du reste il n'est pas étonnant qu'on obtienne des résultats différents suivant qu'on injecte de l'albumine d'œuf ou de l'albumine du sérum, puisque ces deux espèces d'albumine ont une composition différente, la première donnant 1 gr. 8 de soufre pour 100 grammes, l'autre 0,60 centigrammes seulement. Robin. *Traité des humeurs*, p. 67, 1874.

verse dessus une solution de nitrate d'argent à $\frac{1}{100}$, on ne tarde pas à voir la surface prendre l'aspect un peu louche qui coïncide avec l'imprégnation. Il en est de même de la face inférieure du diaphragme et du centre phrénique. Lorsqu'on examine ces préparations au microscope, on trouve que l'épithélium de la séreuse est parfaitement imprégné ; d'autre part, que l'épithélium de tous les vaisseaux lymphatiques et sanguins est également très apparent, beaucoup plus visible pour un grand nombre de lymphatiques que sur des pièces recueillies sur des animaux non injectés et dans lesquelles les lymphatiques sont vides. Nous avons pu étudier ainsi sur un grand nombre de préparations les lymphatiques du centre phrénique, observer la disposition bossuée, les ampoules latérales d'un grand nombre de ces vaisseaux sur la description desquels nous reviendrons plus tard.

Ce qui ressort bien de ces préparations, de l'imprégnation très facile des épithéliums, c'est l'intégrité du péritoine et des vaisseaux à la suite des injections albumineuses, c'est l'absence de congestion et de dépôts fibrineux inflammatoires. Ces faits ont été observés non seulement dans les premiers jours après l'injection, mais sur trois lapins après 15 jours et après un mois.

DEUXIÈME PARTIE.

Recherche des voies par lesquelles s'effectue l'absorption dans le péritoine. — Les liquides albumineux déposés dans la séreuse péritonéale passent dans la circulation générale et sont éliminés par les urines. Nous avons déjà pu constater la présence de liquides albumineux dans les voies lymphatiques du diaphragme et dans le canal thoracique à la suite des injections albumineuses. Mais l'absorption n'a-t-elle lieu que par la voie lymphatique (1). Le système sanguin et particulièrement le

(1) Hunter. Œuvres complètes, traduct. Richelot, tome IV. Sur l'absorption veineuse. On sait que les Hunter furent parmi les premiers auteurs dont les travaux contribuèrent le plus activement vers le milieu du siècle dernier à rendre douteuse l'absorption par les veines admise de toute antiquité. Ils firent attribuer le principal rôle absorbant aux lymphatiques, et pendant quelque temps ces derniers furent considérés par une certaine école comme les uniques voies de l'absorption à la surface de l'intestin, malgré l'autorité de ceux qui soutenaient l'absorption veineuse (Haller,

système veineux si riche qui constitue les radicules de la veine porte dans le péritoine ne joue-t-il aucun rôle dans l'absorption des substances que l'on injecte dans la cavité de la séreuse ?

Pour arriver à résoudre cette question, l'albumine ne suffit plus. Il est indispensable d'adjoindre aux liquides albumineux des substances colorées de manière à pouvoir les rechercher ultérieurement dans les veines et dans les lymphatiques.

Dans ce but, nous avons introduit dans le péritoine :

A des matières colorées en grains,

B des matières colorées solubles.

Ces diverses substances ont été incorporées dans des solutions albumineuses quelquefois dans de l'eau distillée et dans du pus.

A. — Injections colorées par des matières insolubles : *carmin, bleu de Prusse en grains, lycopode.*

La pénétration des grains de carmin et des grains de bleu de Prusse dans les voies lymphatiques résulte clairement de nos expériences et de travaux antérieurs. Cette pénétration a lieu quelque soit le véhicule, eau simple, eau albumineuse, pus. Toutefois la présence de l'albumine et du pus semble favoriser le passage des grains. Nos plus belles injections au carmin et au bleu de Prusse en grains des lymphatiques du diaphragme (pl. I, fig. 1) et du canal thoracique ont été obtenues avec de l'albumine et surtout avec du pus.

La pénétration des grains (1) dans le centre phrénique et dans

Ruysch, etc.). Ce furent les travaux de Magendie qui remirent en question le rôle des veines et démontrèrent à nouveau son importance. Il est vrai que ce dernier auteur fut exclusif en sens contraire et oublia un peu trop les lymphatiques. Magendie a traité longuement de la question qui nous occupe. On sait qu'il fut un des plus acharnés défenseurs de l'absorption par les veines. Il fit plusieurs mémoires sur ce sujet (*Mémoire sur les organes de l'absorption chez les mammifères.* Paris, 1809. — *Mémoire sur le mécanisme de l'absorption*, in *Journal de physiologie,* 1821). Dans ses *Eléments de physique* il résume ainsi qu'il suit ses travaux. Dans plus de 150 expériences qu'il fit avec Dupuytren sur l'absorption des cavités séreuses, il n'a jamais vu les liquides s'introduire dans les cavités lymphatiques. Ce fait a lieu de nous étonner de la part d'un aussi célèbre observateur. Bichat (*Traité des membranes*, p. 106, 1827, et *Anatomie générale*, édit. de 1846) a fait quelques expériences d'injections intra-péritonéale, mais avec peu de succès. Il sait que l'absorption par les lymphatiques peut s'exercer après la mort (comme l'a dit Mascagni) d'une manière toute physique.

(1) Les globules du sang sont également absorbés. Penzoldt (*Ueber das Verhalten von Blutergussen in serösen Höhlen.* Deutsches Archiv f. klin. Medic. p. 542 (1876)

le canal thoracique est extrêmement rapide. Sur un lapin tué en 7 minutes par une injection à laquelle nous avions ajouté du cyanure de potassium (observ. n° 10), il existait déjà une forte proportion de grains de carmin dans le canal thoracique et dans les ganglions lymphatiques du thorax.

C'est par la face inférieure du diaphragme, par le centre phrénique, que cette absorption est le plus active. Les lymphatiques du mésentère, ceux des meso-colon, meso-iliaque, etc., sont gorgés lorsqu'on sacrifie le lapin 2 ou 3 heures après l'injection et qu'on procède immédiatement à l'examen, mais ils ne contiennent qu'une lymphe colorée, teintée en rose ou en bleu, ce qui est dû à ce qu'une certaine proportion de carmin ou de bleu de Prusse devient soluble.

La recherche de grains bleus ou rouges dans les vaisseaux sanguins du mésentère, dans le sang de la veine porte montre qu'il peut exister de ce côté également une certaine pénétration de grains dans leur intérieur. Nous avons souvent observé des grains peu nombreux isolés dans le sang de ces canaux veineux. Nous avons vu aussi des plaques ou amas granuleux formés de globules blancs et de granulations au milieu desquels étaient englobés des grains rouges ou bleus. Les amas eux-mêmes possédaient une teinte rosée ou bleue particulière.

Nous avons même pu observer ces faits directement pendant la vie. Voici comment nous avons procédé (exp. 5) :

Une injection composée de :

Albumine.	6	grammes
Eau	100	id.
Carmin pulvérisé.	5	id.

signale la résorption rapide des épanchements de sang intra-péritonéaux. Ponfick de Breslau (*Einspritzung von defibrinirten Blut in Peritonealhöhle*, Berlin. Klinische Wochenschrift. XVI (1879) a fait des expériences sur des animaux, a eu des succès sur l'homme; les globules de l'injection sanguine intra-péritonéale passent dans les vaisseaux sanguins. 20 minutes après l'injection, on constate déjà l'augmentation du nombre des globules rouges. Le maximum d'absorption a lieu au 2e jour. Pendant 27 jours environ on peut constater des traces de cette résorption. Voy. Ponfick. *Ueber ein einfaches Verfahren der Transfusion beim Menschen*. Berlin. Klin. Wochenschrift n° 39, p. 589 (1879). Bizzozero et Golgi. *Della transfusione del sangue nel peritoneo* (Osservatore 1879, p. 689). Consulter en outre, sur ce sujet : Poncet, *De l'hématocèle péri-utérine*. Thèse agrég. chirurgie 1878. Ce travail contient la relation des expériences de divers observateurs français, Vulpian, Laborde, Arloing, Toussaint, Liron.

est poussée dans le péritoine. Une heure après on fait au niveau de la ligne blanche, une ouverture de 5 centimètres de hauteur, puis on attire au dehors une anse d'intestin grêle que l'on dispose sur la platine d'un microscope recouverte de liège et convenablement aménagée de manière à ne pas trop tirailler le mésentère. Il est ainsi possible d'observer à un grossissement de 50 et même de 150 à 200 D la circulation sanguine et lymphatique.

On peut reconnaître :

1° Que la lymphe se meut dans les vaisseaux lymphatiques du mésentère d'une manière saccadée (1) ;

2° Que ces vaisseaux sont pourvus de valvules nombreuses à deux valves allongées. A chaque impulsion de la lymphe les deux valves s'écartent légèrement, puis viennent s'accoler l'une à l'autre, dès que l'impulsion est terminée. Ces impulsions ne coïncident pas avec les pulsations artérielles;

3° Que ces lymphatiques contiennent de nombreux leucocytes colorés en rose ou en bleu suivant la solution injectée et qu'ils ne renferment pas de grains ;

4° Que pendant nos expériences, l'animal étant probablement en digestion, les vaisseaux sanguins veineux charriaient une quantité innombrable de gouttelettes de graisse, à aspect réfringent, dont le volume dépassait pour beaucoup d'entre elles celui des leucocytes (2).

(1) La vitesse moyenne du courant du chyle a été évaluée à

2 cent. 1/2	par seconde. . .	Béclard.
4 millimètres	id. . . .	Weiss (*Archiv. f. path. Anat.* Berlin, 1861).
12 cent.	id. . . .	Béraud.

Ludwig a aussi étudié cette question : *Ueber Lymphbewegung* (Zeitschrif fur pract. Heilkunde n° 5, 1860). Nous n'avons pas à entrer dans le détail des causes qui accélèrent et retardent la circulation lymphatique. Les expériences manométriques de Noll et Weiss ont démontré l'influence de la respiration sur la circulation de la lymphe. Citons enfin les travaux de Collin sur la lymphe.

(2) Cl. Bernard a montré par l'inspection microscopique et expérimentalement que, si la graisse est principalement absorbée par les lymphatiques, les réseaux de la veine porte en absorbent aussi. Sur des chiens nourris de graisse, pendant la digestion, le sang de la veine contient presque autant de graisse émulsionée que le canal thoracique. Pour plus de détails, voir, sur la piohémie, Ch. Robin, *Traité des humeurs*, 1874, p. 143; Cl. Bernard. *Leçons de physiologie expérimentale*, t. II, p. 325 et 326 (1856). —L'inspection microscopique et les expériences démontrent que chez les mammifères, la graisse est absorbée à la fois par la veine porte et par le système des vaisseaux chylifères. Quand on examine chez un chien en digestion de matières grasses, le contenu

La circulation sanguine était trop rapide pour que nous puissions affirmer qu'il s'y trouvait des granules de carmin ou de bleu de Prusse.

La poudre de lycopode introduite dans le péritoine mélangée à une solution albumineuse, ne pénètre ni dans les lymphatiques, ni dans les vaisseaux sanguins (observ. n[os] 20 et 21). Ces graines sont trop volumineuses. On les retrouve le lendemain en amas agglutinés dans toutes les parties de la cavité abdominale.

Si les solutions d'albumine, et le pus facilitent le passage des grains dans les voies lymphatiques, l'eau simple paraît être plus favorable pour l'entrée ou pénétration de ces mêmes grains dans les veines. C'est avec ces dernières injections, comme on le verra ultérieurement, que nous avons obtenu les plus belles embolies carminées du foie. Dans le cas d'injection d'albumine et surtout de pus, le foie est moins injecté, mais en revanche les poumons sont surchargés d'embolies.

B. — Injections de substances colorées solubles (1).

Les substances colorées solubles, en particulier le bleu de Prusse soluble incorporé ou non à de l'albumine ou à du pus, le violet de méthylaniline, l'amidon soluble coloré par la teinture d'iode (2), démontrent, de la même manière l'absorption de

du canal thoracique et le sang de la veine porte, on voit que ces deux liquides contiennent à peu près autant de graisse émulsionnée l'un que l'autre; seulement elle est beaucoup moins visible dans la sang à cause de sa coloration. Mais si on laisse le caillot se former et le sérum se séparer, on constate qu'il est rendu opaque, et blanchâtre comme du lait, en partie par la substance grasse émulsionnée qu'il tient en suspension. L'absorption des matières grasses chez les oiseaux, les reptiles et les poissons se fait exclusivement par la veine porte (Cl. Bernard, p. 310). Zawilski. *Dauer und Umfang des Fettstromes durch den Brustgang nach Fettgenuss* (Arbeit des Phys. Inst. zu Leipzig, XI, p. 147 (1877). Le sang absorbe une certaine quantité de la graisse apportée dans l'intestin.

(1) Warrik, *Philos. trans.*, vol. 49, p. 2. Après 48 heures le vin avait disparu de l'abdomen d'un chien.

(2) Certaines substances solubles ne peuvent être employées à cette démonstration, car leur contact avec le péritoine ou leur passage à travers sa substance leur fait perdre leurs propriétés colorantes, ainsi le perchlorure de fer (exp. 12), l'amidon soluble (exp. 30). L'acide salycilique mis en contact avec l'albumine du sang ne donne plus de réaction avec le perchlorure de fer; il est cependant absorbé, puisqu'il passe dans l'urine (exp. 32, 33).

ces diverses substances par les voies lymphatiques, du mésentère, du diaphragme, du canal thoracique. On observe aussi quelquefois des coagulums colorés dans les veines du mésentère, dans la grande veine mésaraïque et dans la veine porte. Mais ces coagulums ont le plus souvent une teinte très pâle.

Les expériences précédentes, très probantes au point de vue de l'absorption par les lymphatiques, nous laissaient encore quelques doutes dans nombre de cas sur l'absorption par les veines. Elles ne nous renseignaient que médiocrement sur l'activité de l'absorption par cette dernière voie. Nous avons alors institué d'autres expériences qui nous paraissent très démonstratives.

Sur 3 lapins, nous ouvrons la cavité abdominale au niveau de la ligne blanche (observ. 9, 11, 12) dans une étendue de 5 centimètres et nous attirons une anse d'intestin grêle. Sur cette anse nous pratiquons une petite ouverture, exactement suffisante pour livrer passage à une canule de seringue à injection de Ranvier, puis nous poussons dans 2 cas (observ. 9 et 11),

Ferro cyanure de potassium . .	0 gr. 75
Eau distillée	30 gr. »

dans la cavité de l'intestin.

Dans l'observation 12, nous remplaçons l'eau distillée par 30 grammes d'huile d'amandes douces.

L'injection terminée, nous retirons doucement la canule, nous la remplaçons par une pince à pression continue, puis nous plaçons une ligature latérale, qui n'empêche pas les matières de circuler dans l'intestin. Cela fait, nous repoussons l'anse intestinale dans la cavité abdominale.

Immédiatement (obs. 9 et 11), ou un quart d'heure plus tard (observ. 12), nous poussons dans la cavité péritonéale une solution de perchlorure de fer ou de sulfate de fer, puis nous fermons la plaie pariétale au moyen d'un certain nombre de pinces à pression continue.

Par ces deux injections successives, pratiquées l'une dans une anse d'intestin grêle, l'autre dans la cavité péritonéale, de deux liquides qui, mis en présence, donnent naissance à du bleu de Prusse, nous nous proposions de voir où le contact des deux fluides avait lieu, si c'était exclusivement dans les lymphati-

ques ou bien dans les veines, ou bien simultanément dans les deux ordres de canaux.

Des lapins ainsi préparés, l'un mourut au bout de trois quarts d'heure, l'autre après 3 heures, le dernier fut sacrifié par section du bulbe.

A l'autopsie nous trouvâmes que le perchlorure de fer introduit dans le péritoine, subissait une modification particulière. La plupart des anses intestinales et des viscères intra-abdominaux étaient recouverts de grains rouillés, probablement d'un oxyde de fer. Ce qui est bien certain, c'est que le liquide contenu dans le péritoine, qui donnait avant son introduction une belle réaction bleue avec le ferro-cyanure de potassium, ne bleuissait plus ce dernier liquide.

Les vaisseaux lymphatiques apparaissaient gorgés d'un liquide jaunâtre, mais ne contenaient pas de grains bleus. Les veines du mésentère en étaient également dépourvues.

Le sulfate de fer n'est pas décomposé dans le péritoine. Aussi les résultats qu'il nous a fournis, sont-ils importants.

Dans les 2 cas (observ. 11 et 12) les lymphatiques péritonéaux, les lymphatiques du diaphragme, le canal thoracique étaient gorgés d'un liquide jaunâtre et ne contenaient pas trace de grains bleus. Au contraire les veines du mésentère, le tronc de la grande veine mésaraïque, la veine porte et tout le système porte du foie étaient remplis de masses bleues fragmentées.

Il résulte bien de ces expériences :

1° Que le sulfate de fer est absorbé par les lymphatiques et par les veines ;

2° Que le système veineux intra-péritonéal en absorbe une quantité considérable puisque tout le système porte, intra-abdominal et intra-hépatique était gorgé de bleu (1).

Afin de restreindre autant que possible l'influence que pou-

(1) Schrœder van den Kolk a rempli une anse d'intestin sur un chien vivant avec une solution de ferro-prussiate de potasse. Il a renfermé l'anse distendue entre deux ligatures. Il a placé alors cette anse intestinale et son contenu dans une solution de sulfate de fer. Le composé bleu qui ne pouvait se former que par l'union des deux liquides se manifesta dans les vaisseaux lactés seuls et non dans les veines (Müller, *Phys.*, 229). Cette expérience intéressante a manqué du contrôle microscopique. Il est probable que l'auteur aurait pu voir, s'il l'avait cherché, un précipité bleu dans les veines.

vait avoir sur l'absorption un traumatisme un peu étendu de la paroi abdominale, nous essayons au lieu de faire pénétrer une partie de nos liquides par une anse intestinale, de l'injecter directement par les voies naturelles (1), c'est-à-dire par a sonde œsophagienne (obs. 13, 14, 15, 16, 22 et 23).

Notre première expérience ne fut pas heureuse. La sonde œsophagienne amena une fissure vers le milieu de l'œsophage et une partie du liquide injecté passa dans la plèvre. La mort arriva vingt minutes après cette rupture (observ. 13). Cependant la plus grande partie de l'injection avait pénétré dans l'estomac et dans l'intestin, ainsi que nous pûmes le constater en essayant le ferro-cyanure de potassium injecté par la solution de perchlorure de fer, essai qui nous donna une coloration bleue très nette. Dans ce cas nous trouvâmes encore une très grande quantité de coagulums bleus dans tout le système porte, et de plus nous pûmes constater la coloration bleue pâle des parois des lymphatiques et des insertions de leurs valvules (pl. I, fig. 2). L'expérience 14 ne nous montra rien qu'un liquide jaunâtre dans les lymphatiques, mais le sang de la veine porte était verdâtre.

L'observation 15 démontre plus clairement encore les mêmes faits : réaction très nette du sulfate de fer sur le ferro-cyanure contenu dans les veines, qui sont bourrées de grains bleus; au contraire présence d'un liquide jaunâtre dans les lymphatiques, qui ne contiennent pas de bleu.

Si, comme dans l'observation 23, le véhicule du ferro-cyanure de potassium est de l'huile et un jaune d'œuf, l'absorption paraît s'effectuer à la fois par les lymphatiques et les veines et les deux systèmes de canaux sont colorés.

En résumé il existe deux grandes voies d'absorption par le péritoine : 1° la voie lymphatique représentée par tous les canaux de transport contenus dans le mésentère et les mesums, et en outre par les réseaux du diaphragme (centre phrénique). C'est en ce dernier point, nous l'avons vu, que le passage est le plus rapide et c'est le point exclusif de pénétration dans les voies lympha-

(1) Les injections que nous avons faites par l'intestin n'ayant d'autre but que de démontrer l'absorption du sulfate de fer au niveau du péritoine, nous passons sous silence les indications bibliographiques qui se rattachent à l'absorption du contenu de l'intestin par les veines.

tiques pour les grains; 2° la voie sanguine représentée par les radicules de la veine porte, voie vers laquelle s'effectue une poussée très active de liquide, plus importante pour certains d'entre eux que vers la voie lymphatique et une pénétration habituelle de grains.

Alors même qu'artificiellement, on met obstacle au débouché des matières circulant dans la veine porte vers le foie, on n'empêche pas l'absorption intestinale et péritonéale de se produire. L'observation 16 en est une preuve. Nous avons en effet, avant toute injection, pratiqué la ligature de la grande veine mésaraïque à son point de jonction avec la splénique, et malgré cette ligature, malgré la congestion intense qui en est résultée en amont, les veines du mésentère contenaient quelques amas de graisse entourée d'une auréole verdâtre. Dans ce fait également l'augmentation de tension du côté du système sanguin n'a pas amené une poussée de liquide plus considérable du côté des lymphatiques et n'y a pas fait pénétrer de ferro-cyanure de potassium. En effet, ces lymphatiques ne présentaient en aucun point ni grains, ni coloration bleue.

Nos observations 13, 14, 15, 16, 22 et 23 confirment également l'observation que nous avions faite sur l'animal vivant. Elles nous démontrent que si les graisses passent dans une certaine proportion par les vaisseaux lymphatiques, ces canaux sont bien loin d'être une voie exclusive. Bien au contraire, c'est dans les radicules de la veine porte, c'est dans les ramifications portes du foie qu'on trouve la graisse en quantité considérable. *Le système veineux paraît donc avoir une importance égale sinon supérieure au système lymphatique dans l'absorption des graisses*, et nous sommes ainsi conduits à nous rapprocher des idées exagérées sans doute, mais très justes en partie que Magendie se faisait à ce sujet.

TROISIÈME PARTIE.

Résultats anatomiques et physiologiques fournis par l'examen des divers organes parcourus par les substances absorbées dans la séreuse péritonéale. — Des substances diverses, introduites dans la cavité péritonéale, sont absorbées par les lymphatiques et par les radicules de la veine porte. Parvenues dans ces deux ordres de vaisseaux, que deviennent-elles?

En procédant à la recherche de ces substances dans tous les organes de l'économie, nous sommes arrivés à nous faire une idée plus nette, plus précise de la structure et de la physiologie de certains organes et à nous convaincre du rôle extrêmement important que joue le globule blanc dans les phénomènes de nutrition.

Nous allons passer successivement en revue les voies lymphatiques et sanguines tributaires du péritoine. Nous examinerons ensuite l'état des autres viscères importants.

Le résultat des injections colorées et particulièrement des injections de carmin est différent suivant que l'animal succombe ou est sacrifié quelques heures après l'injection, ou continue à vivre pendant 18 à 36 heures.

Dans le premier cas, les matériaux colorés sont encore voisins du lieu d'absorption. Dans le second, les matières colorantes sont disséminées dans tout l'organisme et accumulées surtout dans les organes d'excrétion, tels que le rein et la peau.

Voici deux expériences qui mettent bien en lumière ce que nous avançons :

1° On injecte dans la cavité péritonéale le mélange suivant :

Albumine	30 grammes.
Cyanure de potassium . . .	0,50 centigr.
Carmin en poudre	2 grammes.
Eau distillée.	40 grammes.
Carbonate de soude	1 gramme.
Chlorure de sodium	2 grammes.

Le lapin succombe en 15 ou 20 minutes. On voit alors, si l'on ouvre le corps immédiatement après la mort, les vaisseax lymphatiques du diaphragme, le canal thoracique et les ganglions thoraciques bourrés de carmin, dont la plus grande partie est en grains.

2° On injecte dans la cavité péritonéale cet autre mélange :

Eau distillée	40 grammes.
Albumine	30 grammes.
Carmin.	2 grammes.
Carbonate de soude	1 gramme.
Chlorure de sodium	2 grammes.

On attend que la mort arrive, ce qui a lieu tantôt 18 heures tantôt 24 heures et plus après l'injection. Un peu plus tôt, un peu plus tard, généralement au bout de 5 à 6 heures, on commence à voir apparaître du côté des téguments, peau et muqueuse de l'animal, une coloration rosée. Bientôt cette coloration devient plus vive. Au bout de 18 heures l'animal tout entier est rouge. La conjonctive, la muqueuse des fosses nasales, la langue sont d'un rose vif. La peau des oreilles est également rouge ainsi que tout le reste des téguments jusqu'au point d'implantation des ongles. Tout le tissu cellulaire sous-cutané est infiltré d'une sérosité rosée. Le carmin s'est dissous en grande partie dans le sang et c'est la présence de cette solution colorée dans les réseaux capillaires cutanés et muqueux qui amène cette teinte rose généralisée que présente l'animal. Le canal thoracique et les vaisseaux lymphatiques du diaphragme ne contiennent que la sérosité rose et quelques grains isolés de carmin. Le carmin s'est accumulé dans les ganglions qui restent gorgés de grains. Dans le péritoine lui-même, les lymphatiques sont à peine visibles. On trouve un grand nombre d'amas de grains de carmin agglutinés et fixés tant sur les anses intestinales que sur les différents viscères, sous l'influence des phénomènes réactionnels inflammatoires qu'ils ont provoqué par leur présence.

Il résulte de ces deux expériences que pour étudier le passage des grains ou des substances colorées dans la plupart des organes, c'est sur des animaux morts rapidement après l'injection qu'il convient de pratiquer l'examen ; qu'au contraire, pour rechercher comment ces mêmes substances colorées se comportent dans les organes excréteurs, c'est sur des animaux qui ont succombé après 15 à 36 heures qu'il faut faire cet examen.

A. — Examen des voies lymphatiques.

a) *Lymphatiques du péritoine.* — Les lymphatiques que nous avons pu observer appartenaient au mésentère, au gros intestin et au hile du foie. Nous n'en avons jamais rencontré au niveau du péritoine pariétal, si ce n'est en arrière au voisinage de l'aorte. Nous n'avons pas l'intention de les décrire. Ils sont trop connus. Nous désirons simplement insister sur les particularités qui ont rapport à nos injections.

Il est possible de colorer les lymphatiques. Dans quelques cas nous avons été assez heureux pour obtenir des colorations isolées de leurs valvules.

Les injections d'albumine, colorées par le violet de méthylaniline colorent les lymphatiques, mais cette coloration est très pâle et diffuse un peu sur les côtés, ce qui enlève de la netteté aux préparations. De plus les valvules ne sont apparentes que sur quelques points.

Ce qui nous a paru donner les meilleurs résultats pour colorer ces lymphatiques, c'est un mélange de pus crémeux et de violet de méthylaniline. Le pus, alors même que les morceaux de péritoine sont détachés, ne s'écoule pas aussi facilement hors des vaisseaux que les solutions albumineuses (exp. 25). Il paraît adhérer aux parois de ces vaisseaux et les maintenir distendues. On peut ainsi bien étudier leur répartition, leurs trajets, leur forme légèrement bosselée et apercevoir les renflements valvulaires très rapprochés pour un grand nombre d'entre eux.

En injectant dans une anse intestinale (obs. 9) :

Ferro-cyanure de potassium. 0,75 centig.
Eau distillée. . . . . 30 grammes,

et dans le péritoine immédiatement après, du perchlorure de fer, nous n'avions rien obtenu pendant la vie de l'animal. Mais en lavant ensuite un grand nombre de fois des préparations de mésentère avec une solution étendue de perchlorure de fer, nous avons obtenu une coloration isolée très intéressante du point d'insertion des valvules (pl. VI, fig. 2) sur la paroi du vaisseau.

En injectant (exp. 13) dans l'intestin :

Huile d'amandes douces. . . . . 30 grammes.
Ferro-cyanure de potassium. . . 0,75 cent.,

et un quart d'heure après, une solution concentrée de sulfate de fer dans le péritoine, nous avons obtenu des préparations de mésentère sur lesquelles on voyait les points d'insertion des valvules colorés en bleu pâle, et de plus toute la paroi du vaisseau également colorée.

Toutes les fois qu'on pratique des injections de solutions albumineuses colorées ou non, il est possible d'obtenir de belles imprégnations au nitrate d'argent (solution à 1/200), d'étudier leur épithélium en feuille de chêne un peu allongé dans la direction du vaisseau parce que celui-ci est distendu.

Sur une préparation (exp. 9, pl. VI, fig. 3), imprégnée avec une grande netteté, nous avons observé un changement brusque dans la forme de l'épithélium de vaisseaux lymphatiques. Dans un court trajet, un de ces vaisseaux présentait un épithélium allongé analogue à celui des veines. Ce court tronçon se continuait cependant manifestement à ses deux extrémités avec un épthélium festonné.

b) *Lymphatiques du diaphragme.* — Le diaphragme est remarquable par la richesse et le développement de ses vaisseaux lymphatiques qui jouent un rôle spécial pour l'absorption ou la pénétration des liquides ou particules déposées dans la cavité abdominale. Ces lymphatiques, leurs rapports avec les cavités séreuses voisines, avec les fibres tendineuses du muscle ont été l'objet de nombreux travaux. Le diaphragme a été le lieu de recherches choisi de préférence pour élucider la question des origines des lymphatiques. D'importantes découvertes ont été faites et cependant on peut dire que la lutte entre les théories contradictoires n'est pas encore finie. Ayant observé nombre de fois le diaphragme à propos de nos recherches sur l'absorption, nous donnons ici nos résultats qui sont favorables à la théorie des origines lymphatiques par des réseaux fermés.

Dans nos expériences les lymphatiques du diapragme ont été toujours gonflés par la matière à injection déposée dans la séreuse, quelle qu'ait été l'état de cette matière, soluble comme l'albumine, ou en particules molles et fines comme l'huile, le jaune d'œuf, le pus, ou en particules solides comme le carmin en poudre, le bleu de Prusse précipité, les cristaux d'hématoïdine, ou d'acides gras du pus décomposé. Nous avons souvent complété et confirmé les résultats de cette absorption ou pénétration des matièrespar le nitrate d'argent; nous avons donc à décrire pour rendre compte de l'état anatomique résultant de nos expériences une injection complète du diaphragme.

Le diaphragme du lapin présente une partie musculaire périphérique à fibres radiées et un centre aponévrotique en forme

de cœur ou de fer à cheval à concavité postérieure dans lequel un rétrécissement vers le milieu des branches permet de distinguer trois parties ou folioles, une antérieure, deux latérales. Le centre aponévrotique ou phrénique est formé de fibres tendineuses radiées qui s'entrecroisent sur la ligne médiane et de fibres arciformes ou unissantes dont la direction est plus ou moins perpendiculaire aux précédentes. Les premières sont plus abondantes et plus volumineuses sur la face péritonéale où elles déterminent des saillies et des enfoncements très notables. Les fibres circulaires sont plus abondantes sur la face pleurale qui est plus aplanie. Le péritoine tapisse toutes les anfractuosités de la face abdominale et la plèvre fait de même pour la face thoracique, excepté dans une étendue variable qui correspond à l'insertion du péricarde. Cette disposition radiée des fibres musculaires, cet entrecroisement à angle droit des fibres tendineuses jouent un grand rôle dans la distribution des vaisseaux tant sanguins que lymphatiques.

Les artères principales du diaphragme naissent de l'aorte, elles se portent transversalement vers la partie rétrécie du centre phrénique et se terminent en deux branches principales antérieure et postérieure qui côtoient l'insertion du muscle sur le centre phénique. Les antérieures s'anastomosent entre elles, les postérieures s'anastomosent avec une petite branche collatérale à direction postérieure née aussitôt après l'origine du tronc diaphragmatique principal.

Les veines suivent un trajet parallèle et se rendent à la veine cave inférieure.

Les artérioles et les capillaires offrent dans la substance musculaire une disposition radiée. Dans le centre phrénique elles subissent dans leur trajet des déviations à angle droit pour s'adapter aux dépressions des fibres tendineuses et leur tracé offre par suite un aspect en escalier ou en bayonnette fort remarquable. Un fait à signaler dès à présent, mais sur lequel l'étude microscopique qui suit attirera de nouveau l'attention, c'est la régularité de distribution des vaisseaux et la petitesse des capillaires sanguins.

L'adaptation aux interstices tendineux du diaphragme joue aussi un rôle dans la distribution lymphatique. En effet parmi les lymphatiques nombreux du centre phrénique on observe

un réseau dont les mailles sont logées dans les interstices tendineux et présentent par suite une disposition régulière qui n'est pas habituelle aux vaisseaux lymphatiques. Les réseaux du diaphragme sont au nombre de trois. On trouve d'abord un réseau superficiel sous-péritonéal; puis un réseau intertendineux ou moyen; et enfin un réseau superficiel sous-pleural. Les trois réseaux communiquent entre eux et vont aboutir à des troncs situés à la face pleurale du diaphragme.

Le réseau sous-péritonéal superficiel est peu riche et formé de mailles irrégulières qui croisent souvent les faisceaux tendineux. Le réseau moyen est formé au contraire de mailles régulières qui se croisent à angle droit. Sur une des préparations que nous avons fait dessiner (pl. VI, fig. 1), il est représenté par un quadrillé rouge de lignes très fines. Ce réseau est celui qui comprend les fentes lymphatiques au niveau desquelles on trouve les puits lymphatiques (Ranvier). Le réseau sous-pleural superficiel communique largement avec le précédent. Il est formé de mailles irrégulières et se distingue nettement du moyen. Au niveau de l'insertion du péricarde, le réseau sous-pleural manque. Les mailles en sont serrées et formées de fins ramuscules vers le centre ou la partie médiane ou centre phrénique. Elles s'élargissent peu à peu et en même temps les radicules lymphatiques prennent de l'importance à mesure que l'on se rapproche de l'insertion musculaire. Enfin on voit les arborisations radiculaires arrivées dans le voisinage des branches de bifurcations artérielles passer au-dessus des vaisseaux sanguins et converger pour former un certain nombre de troncs et troncules qui vont courir à la surface du muscle en s'anastomosant et décrivant un réseau très grossier. Les troncs efférents prennent deux directions : 1° en avant vers les parties latérales du sternum; 2° en arrière vers la colonne vertébrale.

Les troncs efférents antérieurs émanent des réseaux qui sont situés sur les parties latérales de la foliole antérieure du diaphragme en avant du tronc de l'artère diaphragmatique. Les plus reculés naissent au point de bifurcation des artères, se jettent sur le muscle et se dirigent obliquement vers les parties latérales du sternum. Ils reçoivent chemin faisant deux ou trois autres collecteurs d'inégal volume émanés de la même foliole, dessinant ainsi un réseau grossier; en arrière ils émet-

tent une branche qui se rejoint avec le réseau postérieur des folioles latérales après un assez long trajet. Après avoir reçu les divers troncules dont nous avons parlé, les troncs collecteurs atteignent un volume qui varie entre le 1/2 millimètre et le millimètre. Enfin simples ou multiples ils se placent de chaque côté du sternum en dedans de la mammaire interne et montent vers l'orifice supérieur du thorax où ils se jettent dans un ou deux ganglions voisins des veines sous-clavières.

Les gros troncs qui partent des réseaux postérieurs se dirigent en arrière en se rapprochant de la ligne médiane et se jettent dans le canal thoracique au niveau de la face supérieure des piliers du diaphragme. Ils ne paraissent pas traverser de ganglions avant leur abouchement dans ce canal et offriraient peut-être une exception à la disposition habituelle de l'appareil lymphatique qui présente toujours un ou plusieurs ganglions sur le trajet de ses vaisseaux.

Les lymphatiques du centre phrénique présentent une disposition spéciale dans leur distribution et leurs rapports avec le péritoine. Ils ont été l'objet de nombreux travaux (1). Ils sont dessinés dans nos expériences par des lignes rouges sur les pièces dont les lymphatiques sont remplis par les grains de carmin (exp. 26, 29, pl. VI, fig. 1). Le pus qui les remplit leur donne une coloration gris jaunâtre. Le bleu de Prusse les colore en bleu pâle. On a vu à l'article général consacré au début de ce travail à l'absorption, quelles étaient les substances qui donnaient les plus beaux réseaux lymphatiques (exp. 1, 2, 3, 7, 18, 19, 24, 25, 27, 29).

Les réseaux superficiels présentent une irrégularité excessive dans le calibre de leurs mailles très larges en certains endroits; ces vaisseaux se rétrécissent brusquement pour offrir

(1) C. Ludwig et Schweiger Seidel, *Uber das Centrum tendineum des Zwerchfelles*. (Arbeiten aus dem physiol. Anstalt zu Leipsig, 1867.) Les auteurs donnent une bonne description des lymphatiques du diaphragme du lapin dont ils ont obtenu l'injection par absorption immédiatement après la mort. Ils ont remarqué qu'en imprimant des mouvements au diaphragme on favorisait l'accomplissement de l'absorption. Ils expliquent ce résultat par des raisons anatomiques. Sous l'influence des changements de position du diaphragme les tendons du centre phrénique s'écarteraient ou se rapprocheraient et comprimeraient ou dilateraient les lymphatiques situés dans leur intervalle. La matière à injection est la gélatine colorée par le bleu de Prusse. Ludwig n'est pas certain que les stomates ne sont pas des orifices artificiels.

encore une nouvelle dilatation. Leurs contours sont souvent ondulés. Quelquefois le vaisseau offre une véritable ampoule latérale. Ces vaisseaux capillaires lymphatiques sont d'un diamètre immense si on les compare aux capillaires sanguins qui se distinguent en outre par la régularité des contours. Les lymphatiques n'offrent que rarement des fibres musculaires tandis que des artérioles dix fois plus petites en montrent déjà.

On rencontre sur les lymphatiques un peu volumineux d'assez nombreuses valvules, moins nombreuses cependant que celles des veines.

Les lymphatiques du réseau profond ou intertendineux sont beaucoup plus réguliers de forme et de contour; néanmoins ils ont les dilatations brusques déjà signalées. Ils affectent de préférence une forme linéaire et comme ils sont situés au fond des dépressions intertendineuses, on croirait au premier abord qu'il s'agit simplement de carmin fixé dans une anfractuosité et non d'un véritable vaisseau. Mais nous nous sommes assurés à l'aide du nitrate d'argent et du microscope que les grains de carmin étaient bien compris dans les limites des cavités lymphatiques. Nous avons alors reconnu de la manière la plus nette l'épithélium festonné en feuilles de chêne des lymphatiques.

Les rapports des lymphatiques avec la séreuse péritonéale nous ont particulièrement intéressés à cause des nombreuses recherches qu'ont provoquées les fameuses ouvertures de communication décrites par Recklinghausen (1), les stomates ou stigmates d'Arnold, les puits lymphatiques de Ranvier.

Nous n'avons pas constaté les ouvertures en question (exp. 10, 18).

Quelques lymphatiques de la face péritonéale situés superficiellement croisent la direction des faisceaux tendineux. Ils ne sont séparés en ce point que par une épaisseur de tissu excessivement mince de la surface péritonéale. La couche limi-

(1) Recklinghausen (*Die Lymphgefässe*, 1862). Arnold, *Virchow's Archiv.*, Bd 58 et 62. Rollet, *Stricker's Gewebelehre*. Boll, *Archiv. f. microscop. Anat.*, Bd 7. Waldeyer. *Id.*, Bd 11. Recklinghausen, *Zur Fettresorption*. (Virchow's Archiv., Bd 26-172, 1863.) Ce travail fut entrepris dans le but de rechercher les origines lymphatiques dans des tissus simples de structure. C'est pour cela que fut choisie la cavité péritonéale tapissée par une séreuse transparente. L'auteur espérait faire absorber par les lymphatiques des substances facilement reconnaissables et de cette manière rendre distincts les moindres détails de structure. Dans ce but il injecta dans la cavité

tante très amincie de la séreuse (1) est seule interposée entre les deux épithéliums séreux et lymphatique. Ces conditions rendaient facile la constatation d'une ouverture si elle avait existé, mais nous avons cherché en vain l'existence de stomates sur les pièces dont les épithéliums étaient parfaitement imprégnés et limités par le nitrate d'argent. Nous avons constaté, en faisant varier le point de nos objectifs que des grains de carmin étaient introduits dans l'épaisseur de la couche amorphe intermédiaire aux épithéliums, mais la place de ces grains qui correspondaient au beau milieu de larges cellules épithéliales du péritoine nous permettent de croire qu'ils ont pénétré par effraction à travers les tissus et non en suivant un interstice ou oscule.

Restent les stomates dépendant du réseau profond et cachés dans les puits lymphatiques au niveau des fentes lymphatiques. Nous avons constaté ainsi que Ludwig, Schweiger-Seidel, Dogiel, Hermann et Tourneux, Ranvier, que l'épithélium du péritoine qui tapisse ces dépressions est plus petit. Mais cet épithélium nous a paru fournir un revêtement complet, et dans nos expériences nous n'avons jamais vu que les puits lymphatiques

péritonéale d'animaux vivants des matières grasses, du lait et de l'huile. Quelques expériences furent également faites avec du sang de bœuf, de l'huile mêlée de cinabre, des solutions sucrées colorées au cobalt et à l'encre de Chine. Toutes ces matières passèrent dans les lymphatiques, mais en un seul point : le centre phrénique du diaphragme. Tel était le fait brut. Pour l'expliquer, l'auteur rejeta l'idée d'une pénétration directe à travers les cellules épithéliales bien qu'il eût trouvé nombre de ces dernières remplies de granules graisseux. Il aima mieux admettre des orifices de communication entre lymphatiques et séreuses ayant deux fois le diamètre des globules du sang. Il s'appuya sur la fameuse expérience des tourbillons dont la valeur peut être mise en doute, si l'on réfléchit qu'elle fut faite sur un lambeau de centre phrénique séparé du corps. L'auteur chercha à déterminer les conditions nécessaires à l'absorption. Il vit alors qu'une certaine pression intra-abdominale était nécessaire, que des mouvements, des variations de pression activaient l'absorption, mais il trouva aussi que l'animal immédiatement après la mort peut être le siège d'une absorption diaphragmatique, que la température, la circulation sanguine n'ont qu'une influence relative, et qu'un lambeau de diaphragme plongé dans un liquide coloré peut absorber dans une limite restreinte. Les conditions mécaniques et physiques lui parurent jouer un très grand rôle. Il vit bien les réseaux diaphragmatiques et leurs troncs, il signala même la coloration des ganglions auxquels ils aboutissaient. Chrzonszczewsky (*Ueber den Lymphgefässe*, Virchow's Archiv., Bd 35) a fait aussi des injections de carmin dissous dans la cavité abdominale et vu les réseaux du diaphragme.

(1) Bizzozero und Salvioli, *Der Bau und die Lymphgefässe der serose Haüte des Menschens* (Archivio por le scienze mediche, 1877). Il est un défenseur des bouches absorbantes. Il s'appuye sur l'absorption d'encre de Chine et de bleu de Prusse à travers la séreuse péritonéale diaphragmatique. Cependant il constate qu'à l'endroit

fussent un lieu d'élection pour l'entrée des diverses matières à injection (1).

Pour expliquer l'absorption qui se manifeste principalement au niveau du diaphragme, il faut invoquer la position superficielle des lymphatiques d'une part, et d'autre part les mouvements de ce muscle, qui soumettent ces lymphatiques à des compressions et à des dilatations successives. La partie mécanique de ces phénomènes d'absorption a été indiquée dès le début des recherches sur ce sujet; et Ludwig en particulier a beaucoup insisté sur l'espèce d'aspiration que les mouvements du diaphragme peuvent produire dans les lymphatiques. Lorsqu'il s'agit de liquides, l'absorption s'exerce facilement à travers les parois minces qui séparent les lymphatiques de la cavité péritonéale et qui sont constituées dans certains points par deux simples couches épithéliales adossées. Quand il s'agit de poudres, les phénomènes de pénétration s'expliquent par la compression de ces particules entre la convexité du foie et la face concave du

même où doivent exister ces ouvertures il passe une couche de tissu qu'il appelle limitante et qui sépare l'épithélium du lymphatique de celui du péritoine. Le travail est tout anatomique. Ranvier (*Traité technique d'histologie,* 1875, 1878, p. 397) pense que des cellules petites et molles bouchent incomplètement les puits lymphatiques, sont faciles à déplacer, peuvent même pénétrer dans les voies lymphatiques ou tomber dans la cavité péritonéale pour laisser libre l'orifice lymphatique. His, *Ueber die Wurzel der Lymphgefässe in den Hauten des Korpers* (Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, 1862) rejette l'existence des canaux plasmatiques. Il a vu les globules du lait, les grains de cinabre pénétrer dans le diaphragme. Il rejette les orifices ainsi que Auerbach (Archiv. fur path. Anat., t. XXXIII, p. 340, 1865); (*Ueber Lymph. und Blutgefässe*). Schweiger-Seidel et Dogiel. *Die Behandlung der thierischen Gewebe mit argent. nit.*, 1867 (Arbeiten aus dem Phys. Anstalt zu Leipzig). *Ueber die peritonealhöhle bei Froschen und ihren Zusammenhang mit dem Lymphgefässe system.*, p. 68. (Arbeiten aus dem physiologischen Anstalt zu Leipsick, 1867). Hermann et Tourneux, *Recherches sur quelques épithéliums plats* (*Journal d'anat. et phys.* de Ch. Robin, 1875).

(1) Sappey (*Leçons sur le système lymphatique. Union méd.*, 1874, et *Anatomie descriptive,* 1877) nie les stomates. Et cette opinion est d'autant plus importante qu'elle vient d'un savant qui a poussé l'art des injections à sa dernière limite. En effet, cet auteur a décrit en divers organes et démontré sur des préparations dont j'ai vu quelques exemplaires un réseau lymphatique plus fin qu'aucun de ceux décrits jusqu'alors, puisque le diamètre de quelques-unes de ses capillicutes mesure 2 μ. Quant au péritoine, il serait dépourvu de lymphatique, d'après lui. Ceux qu'on y décrit devraient être, en réalité, attribués aux organes sous-jacents. Ch. Robin depuis longtemps combat la théorie des stomates. Récemment il l'attaqua de nouveau dans l'article *Séreuses* du *Dict. encyclopédique.* A sa suite, Cadiat, Hermann et Tourneux-Pouchet nient ces orifices. Enfin les compatriotes de Recklinghausen eux-mêmes n'admettent pas tous les bouches absorbantes ou stomates. — Voyez Ludwig, *loco citato.*

centre phrénique. Ces particules anguleuses n'ont pas besoin d'orifice pour traverser les cellules.

Après la mort d'un animal, le diaphragme peut encore absorber, si on lui imprime des mouvements analogues aux mouvements physiologiques. Quelques auteurs ont même prétendu qu'il pouvait absorber en dehors des conditions précédentes. Mais dans ces cas l'absorption ne s'exerce plus que sur les liquides au milieu desquels est plongé le diaphragme. Il ne s'agit plus là que d'un phénomène d'endosmose. Nous n'avons pas vérifié ce fait.

La tension des parois abdominales est encore une des conditions qui favorisent l'absorption. Ce fait a été mis en évidence par Recklinghausen. Nous avons pu le constater également.

c) *Canal thoracique.* — Toutes les fois que la mort est survenue peu de temps après l'injection, on trouve le canal thoracique gonflé, distendu, présentant un volume presque égal à celui de l'aorte auquel il est intimement uni. Ce canal offre, de distance en distance, des bosselures dues aux valvules qui le divisent en autant de segments. On le suit, depuis les piliers du diaphragme, où il reçoit les deux troncs postérieurs des lymphatiques de ce muscle jusqu'à la veine sous-clavière gauche dans la concavité de laquelle il se jette (exp. 3, 25, etc.). A peu près au niveau de la partie culminante de la crosse de l'aorte, il reçoit chez le lapin un tronc très important qui vient des ganglions situés sur la face interne de la première côte du côté gauche. Ceux qui sont situés sur la face interne de la première côte droite donnent naissance à des troncules moins importants, qui marchent directement vers la partie supérieure du canal thoracique. Dans un cas nous avons trouvé, entre l'aorte et le canal thoracique, à la hauteur du hile du poumon, un ganglion assez volumineux.

Sur des coupes comprenant l'aorte et le canal thoracique, après injection d'albumine et de carmin ou encore d'albumine et de bleu de Prusse et séjour dans l'alcool, on voit la cavité du canal de la lymphe occupée par un volumineux coagulum coloré soit en rouge soit en bleu.

Lorsque l'animal est mort 12 à 24 heures après l'injection, le canal thoracique est à peu près vide, à peine visible et ne contient qu'un liquide blanchâtre ou à peine coloré.

d) *Ganglions lymphatiques* (Voy. pl. VII, fig. 4 et 5, et pl. VIII, fig. 10). — Les résultats anatomiques et physiologiques de nos expériences ne nous permettent pas de faire un travail complet sur le ganglion. Les faits que nous avançons ne sont même pas tous nouveaux, quelques-uns ne sont que la confirmation de découvertes faites depuis longtemps, mais la nouveauté du procédé qui nous a donné ces résultats concordants nous a engagés à les publier. Notre étude anatomique porte surtout sur la distribution réciproque des vaisseaux lymphatiques et sanguins dans la substance du ganglion.

Ceux qui se sont occupés d'histologie et d'injections microscopiques savent de quelles difficultés est entouré le succès des injections, et combien de causes d'erreurs résultent de la diffusion de la masse à injection, de sa coagulation intempestive, d'excès ou de défaut de pression, etc. Dans notre cas ces causes d'erreurs disparaissent, nous profitons de phénomènes physiologiques de l'absorption, notre animal s'injecte lui-même et nous n'avons qu'à rechercher la trace de la matière colorante que nous lui avons donnée à absorber. Ainsi, le bleu de Prusse soluble déposé dans la cavité péritonéale du lapin est absorbé par les vaisseaux lymphatiques du centre phrénique. Des réseaux diaphragmatiques, il passe dans les troncs lymphatiques qui suivent les vaisseaux mammaires internes, puis il arrive dans les ganglions placés au niveau de l'orifice supérieur de la cavité thoracique et se jette ensuite dans le canal thoracique. Dans ce cas les voies lymphatiques des ganglions traversés par le courant de bleu, sont colorées en bleu vif, parce que les épithéliums de la paroi ont absorbé le bleu et que les globules blancs contenus dans les vaisseaux en sont également remplis ; fait assez remarquable, ces éléments n'ont coloré que leur corps cellulaire à l'exclusion du noyau (exp. 18).

C'est également en profitant de l'absorption sur l'animal vivant que nous colorons les vaisseaux sanguins. Une solution de ferro-cyanure de potassium est injectée dans l'intestin, une autre de sulfate de fer est introduite dans la cavité péritonéale. Le cyano-ferrure arrive au ganglion par les voies sanguines. Il rencontre le sulfate de fer qui a été apporté de la cavité péritonéale par les lymphatiques. Un échange osmotique se fait duquel résulte un précipité de bleu de Prusse dans les vaisseaux

sanguins du ganglion. Les observations 11, 15, qui ont trait à cette expérience, méritent d'être lues avec attention.

C'est en nous appuyant sur nos expériences que nous allons essayer de donner une description des deux systèmes vasculaires du ganglion (1).

Les ganglions ont une forme ovoïde ou réniforme. Ils reçoivent leurs lymphatiques afférents par la partie convexe et c'est la partie plus ou moins déprimée qu'on appelle hile qui loge les vaisseaux sanguins artériels et veineux, et laisse sortir le ou les efférents. La surface convexe du ganglion est hérissée de petites bosselures hémisphériques qui correspondent aux follicules. Une capsule fibreuse entoure tout le ganglion et tapisse ses dépressions inter-folliculaires, elle envoie même de profondes cloisons jusque vers la partie centrale du ganglion. Si l'on pratique une coupe ouvrant le ganglion en deux moitiés égales, ces prolongements intérieurs de la capsule sont très visibles et on constate du même coup que la surface intérieure se présente sous deux aspects. Un premier aspect est celui de la partie périphérique où sont des masses plus ou moins arrondies nommées follicules. Un deuxième aspect est celui de la partie centrale qui paraît spongieuse et ramollie.

Pour bien comprendre le ganglion il faut savoir que le vaisseau sanguin en constitue la charpente. Ce vaisseau sanguin est plus ou moins enveloppé de tissu ganglionnaire, ainsi sont formées les travées minces des parties centrales ou spongieuses et les follicules volumineux de la périphérie ou couche à follicules. Les lymphatiques remplissent les espaces laissés vides, leur distribution est soumise à celle des vaisseaux sanguins. C'est donc par ceux-ci qu'il faut commencer l'étude.

(1) Toldt, *Eine Methode zur Injection der Lymphbahnen in Lymphdrusen.* (Sitzungsberichte der Acad. der Wiss. Wien. Tome 57, 2e partie, 1868.) Bien que les expériences de cet auteur n'aient rien de commun avec les nôtres, nous renvoyons cependant le lecteur à ce travail à cause de la planche qui l'accompagne. Les cellules épithéliales des voies lymphatiques, les leucocytes libres dans ces voies sont colorés en bleu par des grains qui ont pénétré le corps cellulaire. La méthode qu'a suivie Toldt pour obtenir ce résultat, méthode qu'il désigne sous le nom d'*injection naturelle,* consiste à injecter dans le sang de fins granules de bleu d'aniline. Il a ainsi obtenu la coloration de deux ou trois glandes lymphatiques du ligament hépatoduodénal. Il a aussi essayé d'injecter ces grains d'aniline dans le tissu cellulaire et il a obtenu la coloration des voies lymphatiques des ganglions tributaires mais sans pouvoir en tirer parti. Ranvier (*Technique*, p. 668 et 611) a obtenu des ganglions colorés par injection du tissu conjonctif.

La petite artère destinée au ganglion ne présente rien de remarquable dans sa texture au moment où elle pénètre dans la hile ganglionnaire en refoulant et perforant la capsule, accompagnée par du tissu cellulo-adipeux jusqu'au moment où elle perce la capsule, elle est ensuite absolument dépourvue de tissu cellulaire. Dès qu'elle a franchi la capsule, elle entre en rapport avec les lymphatiques et le tissu ganglionnaire. Cette artériole émet aussitôt après son entrée des petites branches artérielles ou capillaires qui se ramifient en arborescence et s'envoient réciproquement des anastomoses, d'où résulte dans la partie spongieuse du ganglion un réseau inextricable et non susceptible de description précise.

L'artère est dès son entrée entourée par les lymphatiques du ganglion. En effet, sur sa membrane externe très réduite, nous voyons appliquées les cellules endothéliales des lymphatiques reconnaissables dans le cas que nous décrivons à leur coloration. Ces cellules, en effet, se sont chargées de bleu de Prusse dont la coloration tranche nettement sur la coloration rouge des tissus teints par le picro-carmin suivant la méthode habituelle de coloration des coupes histoogiques.

Puis, après un trajet variable, quelquefois très court, nous voyons le tissu ganglionnaire s'interposer entre les cellules épithéliales des lymphatiques et les parois artérielles ; on voit d'abord une couronne de cellules ganglionnaires, puis on trouve ces cellules rangées sur deux ou trois rangs et maintenues alors par le reticulum bien connu de ce tissu.

Supposez maintenant autour de chacune des petites branches artérielles ou capillaires un semblable revêtement de tissu ganglionnaire et vous arrivez à vous faire ainsi une idée de cette substance centrale du ganglion dont la charpente de soutènement est le vaisseau sanguin. Les espaces anfractueux et irréguliers réservés entre ces travées ganglionnaires sont les voies lymphatiques. Toutes ces anfractuosités sont revêtues de cellules épithéliales colorées en bleu. Les diverses ramifications des vaisseaux sanguins baignent ainsi au milieu des vaisseaux lymphatiques dont elles ne sont séparées que par une plus ou moins grande épaisseur de tissu ganglionnaire reticulé, et on peut alors voir réalisées dans le ganglion lymphatique, les

gaînes lymphatiques périvasculaires dont on a constaté l'existence dans divers autres organes (pl. II, fig. 4, 5).

Tel est le réseau lymphatique central caractérisé par son irrégularité, l'ampleur de ses cavités opposée à la minceur des travées qui contribuent à le former.

Dans la partie folliculaire du ganglion, le rapport des vaisseaux sanguins avec les lymphatiques n'est plus aussi intime et ce dernier prend une configuration spéciale. Les diverses travées parcourues par des vaisseaux sanguins se réunissent. La substance ganglionnaire au lieu d'être soumise à la distribution sanguine forme une masse dans laquelle courent les capillaires. Je n'insisterai pas sur le volume de ces masses folliculaires qui sont visibles à l'œil nu et connues de tous. Les vaisseaux capillaires sanguins forment des anses qui arrivent jusqu'à la périphérie de l'amas du tissu ganglionnaire. C'est là qu'ils se mettent en rapport avec le vaisseau lymphatique. Ce dernier reçoit le nom de sinus. Le mot sinus lui-même est impropre, car il rappelle des cavités creusées dans des tissus compactes non susceptibles de s'affaisser. Le sinus lymphatique, au contraire, s'affaisse avec facilité et c'est un des principaux obstacles à sa recherche. Le sinus est limité d'une part par la surface limitante convexe des follicules et d'autre part par la face interne convexe de la capsule que nous savons moulée sur les follicules. La cavité ainsi formée entoure à la manière d'une calotte le follicule. Elle communique vers le centre du ganglion avec les cavités lymphatiques déjà décries, et avec les sinus voisins.

Ce sinus, déjà si remarquable par sa forme, ne l'est pas moins par sa texture. Il est traversé par une foule de filaments simples ou ramifiés qui se portent de la périphérie de la masse ganglionnaire au tissu fibreux de la capsule. Ces colonnettes contiennent des noyaux dans leur intérieur et supportent des cellules rondes ou aplaties à leur extérieur. Nous avons facilement vu sur des pièces préparées à l'acide osmique et sur d'autres injectées naturellement au bleu de Prusse (pl. VII, fig. 4, 5, pl. VIII, fig. 10) l'épithélium qui limite les deux grandes surfaces parallèles des sinus (1), et celui qui revêt les cloisons.

(1) His, *Zeitschrift f. wissen. Zoologie*, XI, p. 1. Recklinghausen, loco cit. et *Stricker's Gewebelehre*.

Jusqu'ici la démonstration de ces cellules n'avait été obtenue que par les imprégnations d'argent (1), leur étude était d'ailleurs rendue difficile par l'arrêt des globules blancs dans le reticulum des sinus.

Tel est le deuxième genre de cavités lymphatiques que renferme le ganglion.

Ces deux sortes de cavités communiquent largement entre elles, et pour terminer la description des voies lymphatiques du ganglion il me suffira de dire que le vaisseau afférent se jette dans les sinus. Nous l'avons vu arriver sur la capsule du ganglion, s'appliquer à la capsule, décrire une sorte de crosse, présenter une valvule double, puis s'élargir brusquement pour pénétrer dans les sinus. Le vaisseau efférent communique avec les cavités centrales (exp. 13).

Les deux sortes de cavités sont habituellement remplies de leucocytes de tous les volumes avec un ou plusieurs noyaux. Ces cellules gênent beaucoup l'observation histologique. Dans nos expériences nous avons pu éviter de les confondre avec le tissu ganglionnaire à cause de la couleur qu'elles prenaient en absorbant les matières colorantes.

Dans la pathologie on apprend que le ganglion arrête la propagation de l'inflammation. Il ne faut pas en conclure que le ganglion arrête le cours de la lymphe. Dans nos expériences, nous avons suivi avec l'aide du microscope la circulation lymphatique dans de gros troncs mésentériques, nous avons reconnu que le mouvement de la lymphe est appréciable à cause des particules solides qu'elle tient en suspension. Il est saccadé, un peu moins rapide que celui du sang, mais on peut de suite penser que le liquide ne trouve pas d'obstacles bien difficiles à franchir. Cependant le ganglion se gonfle pendant l'absorption, les liquides colorés qui sont passés du péritoine dans les ganglions thoraciques pénètrent très promptement dans les deux parties ganglionnaires corticale et centrale.

Les particules solides paraissent trouver plus de résistance à traverser le ganglion. Ainsi les grains de carmin étaient accumulés dans les sinus qu'ils bourraient et dilataient, tandis que l'injection des voies centrales était nulle ou partielle, le

(1) Ranvier. *Traité de technique, Archives de phys.*, 1874. Ch. Robin. *Lymphatique, Dict. encyclopédique,* où se trouve une longue bibliographie.

réticulum des tissus agissant là comme un tamis véritable. Néanmoins le pus qui a servi à nos expériences et qui était mélangé de cristaux d'acides gras, de cristaux d'hématoïdine, de microbes, avait franchi l'espèce d'obstacle constitué par les sinus et s'était répandu dans les parties centrales. Quant aux globules blancs de l'animal lui-même, nous pouvons affirmer qu'ils circulent sans gêne dans les sinus. Ainsi dans une de nos plus heureuses expériences nous avons trouvé les sinus et les canaux centraux gonflés de leucocytes colorés en bleu. Les deux tiers environ des leucocytes contenus dans les lymphatiques centraux étaient colorés ; l'autre tiers seul était demeuré incolore. Ce fait nous fit penser que les cellules ne s'étaient pas colorées sur place dans le ganglion. Elles devaient avoir pris leur coloration dans le voisinage du péritoine, car le foie renfermait ces mêmes cellules bleues venant certainement de la cavité abdominale.

Du reste, ces cellules ne s'étaient point colorées cadavériquement, elles vivaient, elles avaient par un phénomène vital accumulé le bleu dans leur corps cellulaire, laissant le noyau ou les noyaux intacts, tandis que c'est le contraire qui se produit dans la coloration des éléments *post mortem*.

La présence de ces leucocytes non colorés pourrait encore recevoir une autre explication, ils auraient pu naître dans le tissu ganglionnaire lorsque le liquide coloré aurait cessé d'être absorbé. Mais l'observation 18 apprend que l'animal a été tué après deux heures par une injection de cyanure de potassium, ce qui rend notre hypothèse peu plausible, je rappellerai néanmoins que Kolliker, Ranvier, etc., pensent que le ganglion est un centre générateur pour les globules.

Nous n'avons jamais observé de migration des globules blancs sortant des lymphatiques pour pénétrer dans le tissu ganglionnaire, ce qu'il nous eût été facile de constater sur les pièces de l'observation, à cause de la couleur de ces leucocytes. Lorsqu'il y a des poudres inertes comme des grains de carmin accumulés dans un sinus, il arrive fréquemment que la barrière épithéliale est franchie par le carmin dont on trouve des grains disséminés dans la substance du follicule. Mais la pénétration de ce corps anguleux n'a rien de commun avec la migration des globules blancs à travers les tissus (exp. 2, 7).

Une autre question sur laquelle nos expériences nous permettent de donner des conclusions intéressantes est celle des échanges qui peuvent se faire d'un système de vaisseaux à l'autre. J'ai déjà insisté à la partie anatomique sur la disposition du vaisseau sanguin qui baigne dans les cavités lymphatiques dont il n'est séparé que par une couche plus ou moins épaisse des cellules ganglionnaires. Ce vaisseau n'est pas seulement un organe de nutrition pour le tissu ganglionnaire. Le sang qu'il conduit dans le ganglion s'y charge de produits qui viennent des cavités lymphatiques. Ainsi dans notre expérience n° 12 où nous avions mis du cyano-ferrure de potassium dans l'intestin et du sulfate de fer dans la cavité péritonéale, les vaisseaux sanguins du ganglion thoracique étaient remplis par une matière colorée en bleu qui résultait de la précipitation du ferro-cyanure par le sulfate de fer.

On peut penser, que le cyanure de potassium était dans les vaisseaux sanguins, que le sulfate de fer a été apporté par les voies lymphatiques. L'observation 15 confirme ce fait et est encore plus probante car les voies lymphatiquesétaient absolument incolores.

Il s'agit certainement ici de phénomènes ayant eu le ganglion pour siège. Le bleu de Prusse n'a pas été apporté par la circulation générale sanguine, attendu qu'on ne trouvait de bleu de Prusse dans aucun autre vaisseau sanguin, si ce n'est dans les ramifications de la veine porte.

D'autre part les cellules épithéliales des cavités lymphatiques le tissu ganglionnaire lui-même, manifestent des propriétés absorbantes. Ainsi les cellules épithéliales se chargent de bleu de Prusse soluble (obs. 18, pl. VII, fig. 4, 5, pl. VIII, fig. 10). Aussi nous pouvons affirmer leur existence et leur continuité sur toutes les parois lymphatiques (1).

Dans les expériences où nous avions fait pénétrer des substances grasses dans les voies lymphatiques (obs. 34), nous avons observé un autre fait physiologique non moins important que le précédent. L'épithélium qui tapisse les sinus lym-

(1) Elles avaient déjà été signalées par divers auteurs qui les avaient imprégnées au nitrate d'argent : Recklinghausen, His, Ranvier, etc.; mais aucune de ces démonstrations artificielles n'était complète, et ne peut valoir la preuve physiologique que nous fournissons.

phatiques laisse passer la graisse jusque dans l'intérieur des follicules. Elle est facilement mise en évidence par la réaction de l'acide osmique, et l'on peut constater que certains follicules sont colorés en noir dans toute leur épaisseur, tandis que pour d'autres la coloration n'atteint pas la partie centrale.

Jusqu'ici les échanges entre les vaisseaux lymphatiques et sanguins des ganglions avaient été plutôt soupçonnés que démontrés. Les faits qu'il nous a été donné d'observer ne peuvent laisser aucun doute à ce sujet. Le passage des solutions salines et des graisses à travers la substance ganglionnaire est certaine. Le courant exosmotique s'effectue des voies lymphatiques vers les voies sanguines. Peut-être un courant en sens contraire peut-il avoir lieu dans certaines circonstances déterminées. Mais nous n'en avons jusqu'ici aucune preuve.

B. — Voies sanguines voisines du péritoine.

Foie. — Nous avons été bien surpris lorsque nous avons jeté les yeux sur une préparation miscroscopique du foie d'un lapin, qui avait reçu dans sa cavité péritonéale un mélange de carmin et d'albumine. Chaque lobule était parsemé de petits cylindres rouge-vif que nous reconnûmes pour des grains de carmin mélangés à des leucocytes et à un amas grenu d'albumine. A peine une légère coloration rosée du tissu hépatique avait attiré notre attention sur cet organe (pl. VIII, fig. 6).

Ces petites masses allongées dans le sens des vaisseaux, quelquefois bifurquées, ont une longueur de 140 à 200 μ sur un diamètre de 15 μ. environ. Elles siègent dans les vaisseaux sanguins du lobule, car on les voit fréquemment comprises entre deux caillots de sang qui remplissent le reste de la section du vaisseau. Elles se rencontrent dans tous les points du lobule en nombre à peu près égal.

Les substances déposées dans la séreuse péritonéale peuvent donc parvenir dans l'intérieur du système vasculaire sanguin intra-hépatique : mais par quelle voie? Mettons de suite hors de discussion les voies lymphatiques, car le foie envoie des lymphatiques vers le péritoine, mais il n'en reçoit pas qui proviennent de la séreuse. Restent à étudier les origines de la veine porte qui présente un réseau capillaire sous-séreux et

enfin la voie des artères hépatiques. Nous avons d'abord cherché à constater la présence de grains de carmin dans l'intérieur de la veine porte. Cet examen nous donna des résultats favorables. Des grains de carmin furent rencontrés au milieu du sang de cette veine. Mais l'artère hépatique aurait pu envoyer des grains dans les mêmes capillaires que la veine porte, en supposant que les grains de carmin aient été versés par le canal thoracique dans la veine sous-clavière et aient traversé le poumon. Ce trajet est peu probable car il y a toujours beaucoup plus d'embolies dans le foie que dans le poumon. Ce qui devrait être le contraire dans le cas de notre supposition, et d'autre part le cerveau qui est si favorable aux embolies ne contient que rarement des grains de carmin, la rate également en révèle très peu. Seul le rein contient une certaine quantité de grains de carmin dans sa substance.

Du reste une injection un peu grossière des lobules par l'artère ne pénètre pas le lobule comme l'ont fait nos petites embolies.

Les faits et le raisonnement sont donc en faveur du rôle attribué aux veines. La pénétration des grains de carmin se fait pour la plus grande part par les radicules péritonéaux de la veine porte, l'artère hépatique ne saurait en fournir qu'une faible quantité. La présence de l'albumine n'est pas indispensable pour cette absorption. Car l'eau tenant en suspension du carmin, a donné de très belles injections intra-lobulaires (exp. 2).

Le bleu de Prusse en grains, le pus (exp. 24, 25, 26) chargé de grains de carmin et de cristaux d'hématoïdine ont également pénétré dans la veine porte et formé des embolies nombreuses dans le foie.

Quant aux substances liquides elles passent avec rapidité, ainsi que l'ont démontré les injections séparées de deux liquides à réaction (ferro-cyanure de potassium et sulfate de fer) et celles de bleu de Prusse soluble. Le sang de la veine porte offrait dans les premiers cas une coloration bleue verte, et dans le dernier cas le bleu de Prusse avait pénétré dans les vaisseaux portes et coloré les leucocytes (exp. 11, 12, 14, 15, 16).

Incidemment nous rappellerons que dans le cas où nous avons fait absorber par l'intestin une grande quantité de liquides graisseux, cette graisse a formé de véritables petites

embolies dans les capillaires hépatiques. Les cellules hépatiques proprement dites ne contiennent jamais de matière colorante quelle qu'ait été la voie d'introduction ; seulement dans le cas d'embolies graisseuses on voit quelques cellules placées dans le voisinage se charger de granulations graisseuses (exp. 14, 15, 22, 23).

L'albumine injectée avec le carmin se retrouve quelquefois dans les gros vaisseaux du foie sous forme de coagulums grenus ou filamenteux colorés en rose et renfermant des granules de carmin dans leur centre (exp. 1, 2, 3, 12).

De même nous avons vu le pus en amas irréguliers au milieu de caillots sanguins. Les matières colorantes peuvent se voir dans le sang des veines sus-hépatiques et de la veine cave inférieure au-dessus du foie, et dans ces mêmes endroits nous avons observé des globules blancs chargés à l'intérieur et à l'extérieur de bactéries à la suite d'une injection intra-péritonéale de pus renfermant ces organismes.

Un certain nombre de nos expériences notent une congestion vive des vaisseaux du foie. Cet état est souvent dû à la méthode employée pour sacrifier nos animaux en expérience. Nous les intoxiquions avec de l'alcool et cette congestion doit être considérée comme une lésion d'asphyxie (1).

Rate. — Les embolies de la rate sont peu nombreuses, se font uniquement dans l'appareil sanguin. Ces embolies sont toujours petites. Elles se réduisent quelquefois à des grains épars au milieu du sang. Souvent ces grains colorés sont contenus dans de gros leucocytes. La graisse est transportée dans la rate par ces mêmes leucocytes qui se présentent remplis de grosses granulations réfringentes. Dans le cas de matières à injection soluble, ce sont encore ces cellules qui se chargent du transport et qu'on trouve colorées. Un autre fait qui résulte de nos expériences, c'est que les matières colorantes injectées par la voie péritonéale ne pénètrent pas dans l'appareil lymphatique de la rate (exp. 1, 2, 3, 22, 23).

Enfin, je dois insister sur un dernier fait, des plus importants, que l'examen de ces diverses rates nous a révélé. Par

(1) V. Wittich, *Ueber die Lymphbahnen, in dem Leber* (Centralblatt, 1874, n° 58, p. 914) Par la trachée, il est parvenu à obtenir des embolies d'indigo dans le foie. Son animal devenait entièrement bleu.

suite de l'oblitération des capillaires du foie, il se produit une stase du sang dans la rate qui distend tous les vaisseaux de la pulpe, on peut alors se rendre un compte exact de leur disposition. Ils sont très volumineux, tapissés par un épithélium très évident, et ils sont presque accolés les uns aux autres, quelquefois par leur épithélium, habituellement par l'intermédiaire d'une mince couche de cellules arrondies. Les vaisseaux de la pulpe entourent les glomérules mais ne pénètrent pas dans leur intérieur.

En présence des contradictions qui existent encore sur le mode de circulation du sang dans la rate, pour savoir si les vaisseaux sont fermés par de l'épithélium ou si les cellules de la rate baignent directement dans le sang (1), j'ai cru utile de donner cette relation et de l'appuyer par un dessin (pl. VIII, fig. 9).

C. — Examen du cerveau et des poumons.

Cerveau. — Le cerveau a été moins fréquemment examiné que les autres organes. Il ne contenait qu'un fort petit nombre de grains isolés de matière colorante dans quelques capillaires sanguins.

Poumons. — Les poumons nous ont présenté souvent des embolies. Ces embolies étaient beaucoup plus grosses que celles du foie et se trouvaient dans les gros vaisseaux. Toutefois les embolies capillaires ne sont pas rares. Ce volume des embolies s'explique par leur double origine, les plus fines résultent des grains qui ont pu traverser le foie comme nous l'avons indiqué, les plus grosses sont formées aux dépens des nombreux grains que verse le canal thoracique directement dans le sang de la veine sous-clavière. Aussi lorsque les grains passent facilement à travers le foie comme c'est le cas lorsque le véhicule de l'injection intra-péritonéale est l'eau simple, les embolies pulmonaires sont plus nombreuses. Lorsque les lymphatiques absorbent plus facilement comme à la suite des injections colorées de pus, elles augmentent encore de nombre (exp. 1, 6, 26).

(1) Cadiat. *Traité d'anat. générale,* t. II. Rate. Frey, *Traité d'histologie.* Voyez les classiques.

D. — Examen du rein et de la peau.

Un grand nombre de substances déposées dans le péritoine et absorbées soit par les vaisseaux lymphatiques, soit par les ramifications de la veine porte, passent dans la circulation générale et tendent à être éliminées. Le rein est un lieu d'élection pour l'élimination des substances colorées.

Après des injections de solutions albumineuses et de carmin, de pus et de carmin, déjà après deux ou trois heures on peut constater sur des coupes la présence d'assez nombreuses embolies dans les vaisseaux sanguins des pyramides, et d'embolies plus rares dans les vaisseaux de la substance corticale.

Toutefois, si nous devions établir une proportion entre les embolies du foie et du rein que nous avons observées, nous dirions que les embolies du rein sont à celles du foie comme 1 est à 20.

Lorsqu'il s'agit de solutions aqueuses de carmin, ces embolies existent également, mais leur mode de répartition est un peu différent. Plus discrètes dans la substance corticale, elles sont au contraire un peu plus fréquentes dans la région des *tubuli contorti* et on peut trouver des grains dans un certain nombre de glomérules.

Lorsque l'injection date de 15 à 24 heures, les coupes de rein d'animaux injectés à l'albumine et au carmin ou encore à l'eau et au carmin montrent dans la région médullaire, les vaisseaux sanguins des pyramides remplis de grains de carmin, et les *tubuli recti* occupés par des coagulums non granuleux de couleur rose (pl. VIII, fig. 7, 8). Les coagulums colorés se retrouvent encore dans quelques anses ascendantes de Henle et dans quelques rares tubuli contorti (exp. 1, 3, 6, 7, 8).

Quand on a affaire à des injections de bleu, que ce bleu ait été directement introduit, ou bien qu'il se soit constitué dans l'économie par la rencontre du ferro-cyanure de potassium et sulfate de fer, on le retrouve également dans quelques vaisseaux sanguins du rein, soit sous forme d'embolies granuleuses, soit sous forme d'embolies transparentes. Dans ces dernières, il est facile de constater au milieu de l'embolus la présence d'un certain nombre de globules blancs, dont le corps cellulaire est coloré. Les glomérules étaient fortement bleus (exp. 12) (1).

(1) Afanassiew, *Ueber den Anfang der Lymphgefässe in den serösen Haüten*

Les injections d'huile ou d'émulsions dans la cavité péritonéale ou dans l'intestin amènent dans les vaisseaux sanguins des pyramides des gouttelettes de graisse quelquefois d'un volume considérable ; nous avons en effet, dans un cas, observé une gouttelette de forme allongée dans un vaisseau sanguin et qui n'avait pas moins de 70 μ de diamètre. A côté de ces grosses gouttes on trouve un nombre considérable de fines gouttelettes qui se colorent en noir par l'acide osmique et qui sont mélangées à des globules rouges et à des leucocytes. Sur des préparations convenablement traitées successivement par l'acide acétique et par l'acide osmique, on voit (observ. 15, 16) les épithéliums des tubuli des pyramides, des anses de Henle et des tubuli contorti très granuleux, offrant une coloration foncée, et dans l'intérieur de ces tubuli on aperçoit des granulations noires et des gouttelettes fines de graisse à liseré noir (1 μ).

On peut tirer de cet examen histologique quelques déductions importantes au point de vue de la fonction du rein :

1° Une partie des matières colorantes qui pénètrent dans l'économie, s'élimine par le rein. Le bleu nous a paru s'éliminer en très petite partie ; le carmin en plus grande abondance. 4 à 5 heures après l'injection, les urines deviennent roses, puis

(Virchow's Archiv., 244 (1868), p. 37.) Les injections dans les cavités séreuses qui ont servi de base à ce travail, ont été faites avec une solution de carmin. La partie du mémoire le plus soignée est celle qui traite des injections intra-pleurales. L'auteur signale l'urine rouge et les grains de carmin dans les tubuli recti, mais le travail est fait au point de vue tout à fait restreint indiqué par le titre, il n'y est point parlé de l'absorption qui nous occupe. Heidenhain (*Microscopische Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Nieren*. Archiv. f. micr. Anat., t. X, f. 1, 1873) a fait des expériences avec le carmin d'indigo injecté dans le sang, il a vu que les cellules de l'épithélium des tubuli contorti étaient colorées par cette substance. Il a supposé qu'elles jouaient un rôle actif dans l'élimination. Wittich (*Beiträge zur Physiologie der Nieren*, Archiv. f. microsc. Anat., Bd XI, p. 74, 1875). Les injections de carmin ammoniacal dans le sang sont suivies de coloration des glomérules de Malpighi et de précipitation de grains de carmin dans certains groupes de canaux contournés, de tubes droits et collecteurs des pyramides sans coloration des épithéliums. Dans le cas où le carmin serait déposé dans une séreuse, le glomérule ne serait pas coloré et les tubuli seuls contiendraient des grains de carmin. Grützner (*Zur Physiologie der Harnsecretion*, Archiv. f. d. gesamme Physiolog., t. XXIV, p. 241) soutient l'opinion de Heidenhain, traite de l'excrétion de la graisse par le glomérule. Il cite S. Henschen et Paulinsky, pour avoir fait des expériences analogues. Ces auteurs ont observé que les épithéliums du glomérule pouvaient être colorés par le carmin d'indigo, ce qui ruinerait la théorie de la sélection par les épithéliums des tubes de Heidenhain. Beaunis, *Physiologie humaine*, p. 124, 1876. La plupart des matières colorantes et odorantes passent dans les urines, sauf le carmin, le tournesol et la chlorophylle.

tout à fait rouges. Elles contiennent très rarement quelques grains de carmin isolés. C'est une solution de carmin, qui se maintient d'autant plus facilement que chez le lapin l'urine est alcaline. Ce qui ressort encore de nos observations, c'est que les glomérules ne paraissent pas contribuer à cette élimination. Au contraire, les tubuli recti, la partie ascendante des anses de Henle et quelques tubuli contorti laissent filtrer de l'urine rose et albumineuse.

2° La graisse, qu'elle pénètre par le péritoine (exp. 14, 15, 16, 34, 35) ou par l'intestin, s'élimine en partie par le rein. On la trouve dans l'urine sous forme de très fines goutelettes qui se colorent par l'acide osmique. Le lieu d'élection de l'élimination dans le rein est comme précédemment les tubuli contorti, les anses de Henle et aussi les tubes collecteurs des pyramides, dont les cellules se chargent de fines granulations graisseusses.

La *peau* élimine aussi une certaine proportion de carmin. Sur des coupes on voit toute l'épaisseur du derme légèrement colorée en rose; et, tranchant sur cette coloration uniforme, se remarquent les glandes sébacées dont le conduit excréteur présente une coloration franchement rouge. S'agit-il là d'un mode d'élimination spéciale ou bien d'une modification du carmin par l'acidité du sebum (exp. 1, 2, 3, 6).

Depuis l'ingénieuse expérience de Cohnheim, qui arriva à rendre plus démonstrative la diapédèse des globules blancs, en les colorant par des grains d'indigo, tout le monde connaît la propriété qu'ont ces globules de se charger des corpuscules en suspension dans les liquides. Pour notre part, dans toutes nos expériences nous avons été vivement frappés de rencontrer ces leucocytes chargées de toutes variétés de matières colorantes solides ou liquides. Nous avons même reconnu qu'ils pouvaient se charger de vibrions, qui, pour la plupart, restaient accolés à leur surface. Partis du voisinage de la cavité péritonéale, ils se répandent dans tous les points de l'économie, transportant avec eux les substancces diverses inertes ou septiques dont ils sont chargés. Ils vont ainsi plus ou moins loin, tantôt isolément, tantôt en groupes, échouer dans quelque ramification vasculaire et y déterminent l'arrêt de la circulation.

Nous ne pouvons insister ici sur les conséquences de ces

embolies. Celles que nous produisions par nos injections étaient trop nombreuses pour être compatibles avec la vie (1).

CONCLUSIONS.

Nous résumons en quelques propositions concises les résultats que nous avons obtenus dans nos expériences. Toute la première partie de notre travail, relative aux injections albumineuses dans le péritoine, est entièrement neuve. — Dans la seconde partie, nous pensons avoir bien mis en lumière le rôle important que jouent non seulement les lymphatiques (ce que nos prédécesseurs avaient bien indiqué), mais encore les origines de la veine porte, dans l'absorption des substances que l'on dépose dans la séreuse péritonéale.

Nous recommandons à l'attention des observateurs, la circulation de la lymphe dans le mésentère des lapins, la constatation du passage de la graisse dans les origines de la mésaraïque et le jeu des valvules lymphatiques, tout cela visible à un grossissement de 50 à 200 diamètres. Dans notre troisième partie, nous avons démontré qu'on pouvait tirer grand profit des injections colorées au point de vue de la structure et de la physiologie d'un certain nombre d'organes. La matière colorante agit différemment sur les tissus après la mort et pendant la vie. — Le protoplasma cellulaire pendant la vie incorpore les substances colorantes, tandis que le noyau seul est coloré après la mort.

Nous avons pu démontrer d'une manière complète le revêtement épithélial des tissus lymphatiques des ganglions par une méthode basée sur les propriétés physiologiques de cet épithélium. D'autre part, ces injections nous ont dévoilé le passage de la graisse des voies lymphatiques dans l'épaisseur des follicules ganglionnaires et révélé l'existence de courants des voies lymphatiques vers les voies sanguines.

(1) Nous terminons notre travail en indiquant un fait que nous avons trouvé dans des recherches bibliographiques, mais que nous n'avons pas contrôlé. O. Pinner (*Ueber den Uebertritt des Eies aus dem Ovarium in die Tube beim Saugethiere*, Archiv. f. Anat. und Phys. 1880, p. 241-225) dit qu'après avoir été introduits dans la cavité péritonéale de lapines, le carmin, le cinabre, l'encre de Chine, passeraient par les trompes et pourraient être transportés dans l'utérus et le vagin.

Enfin nous avons surpris dans le rein l'élimination d'un certain nombre de matières colorantes et de la graisse. Jusqu'à ce jour les auteurs qui avaient introduit dans le péritoine ou dans le tissu cellulaire des grains colorés s'étaient contentés de rechercher leur passage dans les vaisseaux lymphatiques. — Dans le péritoine ils s'étaient attachés surtout à démontrer l'existence de stomates ou de stigmates ; des injections dans le tissu cellulaire avaient, il est vrai, pour but de colorer les ganglions. Mais les résultats qu'ils avaient obtenus ne les avaient pas engagés à recommander la méthode des injections sur l'animal vivant.

Voici nos résultats :

1re Partie. — 1° L'albumine en solution est absorbée par le péritoine. — Cette absorption est prouvée :

a) Par la disparition de tout le liquide injecté au bout de 24 heures à 36 heures ;

b) Par la présence de l'albumine dans les vaisseaux lymphatiques du diaphragme et dans le canal thoracique, reconnaissable par la chaleur, l'alcool, le sulfate de cuivre en solution concentrée ;

c) Par sa présence rapide dans l'urine.

2° L'albumine absorbée ne paraît pas s'accumuler dans le sérum du sang.

3° Quand les solutions albumineuses sont fraîches, elles sont *bien supportées* et *inoffensives*.

4° Les injections albumineuses ne déterminent aucune altération du côté de la séreuse péritonéale. L'épithélium de la séreuse est conservé. L'épithélium des vaisseaux sanguins et lymphatiques adjacents au péritoine est facilement imprégné par le nitrate d'argent.

2e Partie. — Il existe deux grandes voies d'absorption : 1° la voie lymphatique, représentée par tous les canaux de transport contenus dans le mésentère et les mesums et en outre par les réseaux du diaphragme (centre phrénique) ; c'est en ce dernier point que le passage est le plus rapide et c'est le point exclusif de pénétration des grains dans les voies lymphatiques ; 2° la voie sanguine, représentée par les radicules de la veine porte, voie vers laquelle s'effectue une poussée très active de liquide,

plus importante pour certains d'entre eux que vers la voie lymphatique, et une pénétration habituelle de grains.

3e Partie. — 1° Il est possible de colorer les vaisseaux lymphatiques. La coloration isolée de leurs valvules peut être obtenue.

2° Il existe, au niveau du centre phrénique du diaphragme, deux réseaux lymphatiques superficiels irréguliers, l'un ventral, l'autre pleural, et un réseau profond intermédiaire à vaisseaux plus petits et réguliers. Les vaisseaux superficiels du côté de la face ventrale ne sont séparés dans certains points de la cavité péritonéale que par deux cellules épithéliales adossées. Malgré des recherches attentives, il ne nous a pas été possible de découvrir de stomates. Les grains nous paraissent envahir les voies lymphatiques par pénétration. Les capillaires lymphatiques sont pourvus de valvules moins nombreuses que celles des veines.

3° Le canal thoracique, lorsqu'il est distendu par des solutions albumineuses colorées a un volume presque égal à celui de l'aorte à laquelle il est accolé.

4° L'épithélium des sinus lymphatiques des ganglions absorbe les matières colorantes. Il est ainsi facile de le bien étudier. C'est un épithélium formé de cellules plates, constituant un revêtement continu. Il n'a qu'une seule couche de cellules. C'est le protoplasma de ces cellules qui est coloré.

Les grains colorés passent dans la substance ganglionnaire par pénétration.

La substance ganglionnaire se charge d'une grande quantité de graisse.

Il existe des courants allant des voies lymphatiques vers les vaisseaux sanguins à travers la substance ganglionnaire. Il ne ne nous a pas été possible d'observer de courants en sens inverse. Nous ne savons rien sur la production des leucocytes dans les ganglions.

5° Le foie se charge d'embolies extrêmement nombreuses. Les embolies résultent du passage direct des liquides colorés et des grains, du péritoine dans les vaisseaux portes. Ces embolies renferment de nombreux leucocytes colorés.

6° Le cerveau, le poumon et la rate ne contiennent qu'un

nombre restreint d'embolies. La rate ordinairement très congestionnée présente des sinus sanguins extrêmement distendus, ce qui permet de bien étudier leurs parois.

7° Le rein laisse filtrer les graisses et le carmin. Cette filtration s'opère surtout dans la région des pyramides et des tubes de Henle. Il y a des modifications importantes dans ces cas des cellules épithéliales des tubuli.

8° Les glandes sébacées de la peau paraissent être des émonctoires spécialement pour le carmin.

9° Les leucocytes jouent un rôle considérable dans le transport des matières colorantes, des éléments du pus et également des vibrions que l'on rencontre accolés à leur surface ou englobés dans leur substance. *Ils prennent toujours une grande part dans la constitution des embolies.*

(*A suivre.*)

ANALYSES ET EXTRAITS

DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

ÉDOUARD VAN BENEDEN. — *Résumé de ses travaux embryogéniques* (1).

Mémoire sur l'œuf. — Il y a plusieurs années déjà, l'Académie royale des sciences de Belgique avait mis au concours la question suivante : « Faire connaître la composition anatomique de l'œuf dans diverses classes du règne animal, son mode de formation et la signification des diverses parties qui le constituent. »

M. Edouard Van Beneden répondit à cette question par un volumineux mémoire accompagné d'un atlas de 12 planches in-4°, Bruxelles 1870. Son ouvrage couronné par l'académie rend compte d'une foule d'observations et de recherches originales, tant sur l'ovogenèse et la structure de l'œuf, que sur les premières phases du développement embryonnaire. L'auteur étudia,

(1) M. Edouard Van Beneden a adressé à l'Académie pour concourir au prix Serres 23 volumes ou brochures déposés à la bibliothèque de l'Institut et dont la liste est donnée à la page 1382 du volume 92 (1881) des *Comptes-rendus* Nous en donnons ici un résumé, aussi complet que possible (*Rédaction*).

avec le plus grand soin la formation des premières cellules de l'embryon, pour en tirer des conclusions sur la signification des parties constitutives du germe. Ses recherches ont porté sur différents groupes de l'embranchement des vers, des crustacés, des oiseaux et des mammifères.

Il en déduisit une théorie générale de l'œuf dans ses rapports avec les tissus maternels, d'une part, avec l'embryon de l'autre.

Les idées développées dans ce mémoire ont été pour la plupart vérifiées par des recherches ultérieures ; elles sont généralement acceptées aujourd'hui et les néologismes proposés par l'auteur sont maintenant d'un usage journalier. Nous nous bornerons à rappeler les recherches que l'auteur a faites sur les diverses formes de la segmentation, le rôle que joue ce phénomène dans l'évolution embryonnaire, les causes des différences que l'on observe, l'interprétation qu'il a donnée des faits constatés. La synthétisation qu'il en a donnée, ont exercé une influence incontestable sur l'évolution des idées qui règnent aujourd'hui. Plusieurs des termes nouveaux qu'il a proposés alors sont restés dans la science. Une analyse détaillée de cet ouvrage, faite par Waldeyer, a paru en 1871 dans le *Centralblatt für medicinische Wissenschaften.*

Développement des crustacés, 1869 et 1870. — C'est de ses premiers travaux sur la segmentation de l'œuf des crustacés que datent nos connaissances vraiment scientifiques sur ce sujet particulier. La formation du blastoderme chez les crustacés n'était pas connue ; Ed. Van Beneden a montré l'unité fondamentale qui règne au milieu de la diversité apparente des premiers phénomènes du développement des crustacés ; il y a observé des modes de segmentation jusqu'alors inconnus ; il a reconnu en outre que l'embryon subit déjà une mue avant l'apparition des premiers appendices et qu'il produit une membrane embryonnaire que l'on avait prise à tort pour l'une des enveloppes de l'œuf. Il fit voir que tous les crustacés, même ceux qui ne subissent pas de métamorphoses (Isopodes, Amphipodes, *Caprella, Mysis, Nebalia*) passent par la phase *Nauplius* ; que d'autre part quelques crustacés inférieurs ont un développement direct ou condensé et sortent de l'œuf non pas à l'état de *Nauplius* mais sous la forme de *cyclope.*

Développement des Cestodes, 1868 et 1881. — Il montra, dans deux publications successives, que le développement des Tænias se caractérise comme celui des Bothriocephales par la formation d'enveloppes cellulaires multiples et qu'il apparaît chez les Tænias une annexe cellulaire homologue de la robe ciliée des Bothriocéphales. Tout récemment encore il a contribué à étendre nos connaissances sur la formation de l'embryon hexacanthe et sur le développement des Cysticerques.

De l'origine des produits sexuels chez les Hydroïdes, 1874. — D'après ses recherches sur divers polypes (*Hydractinia echinata, Clava squamata, Campanularia* Sp.) les œufs se développent aux dépens de l'endoderme, les spermatozoïdes aux dépens de l'ectoderme. Ces études ont conduit M. E. Van Beneden à formuler une théorie nouvelle de la fécondation. Se fondant sur l'hypothèse généralement admise de l'homologie des deux feuillets de l'embryon chez tous les metazoaires et reconnaissant que chez certains hydroïdes,

chacune des deux couches cellulaires du corps engendre l'une des œufs, l'autre des spermatozoïdes, il exprima l'opinion que la sexualité à sa cause dans la constitution même de l'organisme chez lequel les fonctions animales d'une part, végétatives de l'autre, sont dévolues à des feuillets cellulaires distincts ou à leurs dérivés. La fécondation devenait dans cette manière de voir une forme particulière de la multiplication par division.

L'exactitude des belles observations de Van Beneden n'a pas été contestée. Bien au contraire le mode de formation des produits sexuels, tel qu'il a été décrit par lui, a été vérifiée non seulement chez les Hydractinies et plusieurs espèces de Campanulaires, mais dans plusieurs autres Hydroïdes. — Fol a vu chez les mollusques Ptéropodes le testicule se développer aux dépens de l'ectoderme, les œufs naître de l'endoderme. Cependant des observations récentes n'ont pas confirmé, du moins en apparence, la généralisation du savant belge. Il semble même que ses résultats ne puissent pas être étendus à l'ensemble des zoophytes. Mais tout récemment Weissman a démontré que chez les *Eudendrium* des ovules peuvent émigrer à travers la membrane intermédiaire d'un feuillet dans l'autre. Dès lors la question reste debout tout entière. Il faut attendre de nouvelles recherches avant que l'on soit autorisé à se prononcer. Mais de deux choses l'une, ou l'hypothèse de Van Beneden est vraie, ou il faut renoncer à considérer comme homologues, l'endoderme d'un hydroïde et celui d'un Acalèphe ou d'une Actinie.

Van Beneden, dans le cours de ses recherches sur les Hydroïdes, montra en outre que chez les Hydractinies les œufs se différentient dans l'endoderme avant la formation des sporosacs et que dans les colonies femelles de la *Campanularia dichotoma*), *les œufs se trouvent uniformément répandus dans tout l'endoderme.* — Les sporosacs sont donc des organes dans lesquels les œufs atteignent leur maturité ; mais ils n'y prennent pas naissance. *La colonie tout entière est sexuée et l'on ne peut admettre une génération alternante chez ces Hydroïdes.* Cette conclusion, l'auteur l'a étendue à tout le groupe des Hydroméduaires à la suite de ses études sur le mode de formation des sporosacs comparé à celui des Méduses. — La constitution du sporosac est déterminée par le processus d'invagination qui préside à l'évolution du testicule ; le sporosac est parfaitement organisé comme une Méduse : il y a homologie parfaite entre toutes les parties du corps, enfin le développement est le même : l'un et l'autre sont de simples organes sexuels ; *la méduse d'un Hydroïde est un sporosac devenu libre* et non pas comme on l'admettait une méduse atrophiée. A raison du mode de développement du testicule, aux dépens de l'ectoderme, le sporosac, lors de l'expulsion des produits sexuels, doit être sollicité à se rapprocher et à s'éloigner alternativement de l'hydranthe qui le porte ; de là une traction exercée sur le pédicule et pouvant en amener la rupture. On entrevoit donc la cause mécanique qui a amené la séparation du sporosac et sa transformation en méduse. Ces études ont encore conduit M. Van Beneden à affirmer que les canaux radiés et le canal circulaire du disque de la méduse ne sont que des restes de la cavité médusoïde du sporosac, réduite entre les canaux gastrovasculaires, à une plaque endodermique continue.

M. Van Beneden ne pense pas que telle soit l'origine de toutes les formes

médusaires ; il professe depuis longtemps l'opinion de l'origine polyphylétique des méduses.

Recherches sur les Grégarines (1871). *Recherches sur les Dicyémides* 1876). — Les zoologistes modernes reconnaissent l'existence dans le règne animal de deux embranchements primaires : les *Protozoaires* d'une part, les *Métazoaires* de l'autre. Les recherches de M. Ed. Van Beneden sur la structure et le développement des Grégarines faites à une époque où la complication de l'organisme des Infusoires était encore considérée comme une preuve de leur pluricellularité ont incontestablement contribué à établir la notion de ce que l'on entend aujourd'hui par *protozoaire*. Elles démontraient en effet (1871) qu'un organisme peut présenter un haut degré de complication, atteindre des dimensions considérables, posséder un système musculaire consistant en une couche complète de fibrilles sous-jacentes à une membrane cutanée, sans perdre la valeur morphologique d'une cellule. Les recherches faites d'ailleurs sur les premières phases du développement des animaux proprement dits, des Spongiaires, des Zoophytes et des vers inférieurs en particulier avaient montré au contraire que chez tous ces animaux le développement débute par une multiplication de la cellule-œuf, quelque variée que puisse être du reste l'apparence de cette segmentation. Mais n'existe-t-il dans la nature actuelle entre les protozoaires, organismes monocellulaires, et les métazoaires les plus simples et cependant déjà fort compliqués, les Spongiaires, les Hydroïdes, les Turbellaires, aucune forme de transition ? M. Ed. Van Beneden en étudiant les organismes énigmatiques que Erdl découvrit dans les corps spongieux des Céphalopodes et que Kolliker appela *Dicyema* (sans nous éclairer sur leur nature), les trouva constitués d'un petit nombre de cellules accolées entre elles comme le sont les éléments constitutifs d'un tissu végétal : une grande cellule axiale occupant toute la longueur du corps est recouverte extérieurement d'une couche superficielle de cellules épithéliales ciliées et quelquefois verruqueuses. Il n'existe ni tissu conjonctif, ni fibres musculaires, ni éléments nerveux ; un Dicyémide ne se distingue d'une colonie de protozoaires qu'en ce qu'il est formé de deux catégories de cellules associées ; le principe de la division du travail a amené la différentiation des éléments cellulaires en deux groupes : tandis que dans une colonie de protozoaires chaque cellule préside à elle seule à l'accomplissement de toutes les fonctions, chez les Dicyémides certaines fonctions sont dévolues à des cellules superficielles ciliées, d'autres à une cellule axiale. En cela le *Dicyema* est constitué à la façon d'une *Gastrula*, cette forme embryonnaire à deux feuillets aux dépens de laquelle se développent tous les Métazoaires. Mais tandis que chez tous les Métazoaires même les plus simples tels que les Spongiaires, les Hydroïdes, les Rhabdocèles, la *Gastrula* se complique tout au moins par la formation d'un feuillet intermédiaire, le mésoderme, les Dicyémides ne dépassent pas le stade Gastrula. Dans l'impossibilité de rattacher les Dicyémides à quelque groupe de Métazoaires que ce soit, M. Van Beneden a proposé de créer pour eux l'embranchement des *Mésozoaires*. Les Orthonectides découverts par M. Giard (Voy. ce *Journal*, 1879) sont d'après M. Van Beneden un second groupe de Mésozoaires. Il a fait connaître dans tous leurs détails l'organisation

et le développement des Dicyémides; il en a trouvé sept espèces qu'il a réparties en quatre genres distincts. Le règne animal comprend donc pour lui trois embranchements primaires :

Les *Protozoaires* (Rhizopodes, Sporozoaires, Flagellifères et Cilifères).

Les *Mésozoaires* (Dicyémides et Orthonectides).

Les *Métazoaires* (Zoophytes, Vers, Mollusques, Echinodermes, Arthropodes et Vertèbres).

RECHERCHES SUR L'EMBRYOLOGIE DES MAMMIFÈRES (1876-1882).

Causes de l'ovulation. — Chez la lapine la rupture des follicules de de Graaf se fait constamment entre 8 et 11 heures après le coït : elle ne caractérise pas une phase déterminée de l'évolution des phénomènes du rut : elle peut avoir lieu soit au commencemcement, soit au milieu, soit à la fin de cette période ou même s'accomplir plusieurs jours (jusque 10 jours) après que les phénomènes de congestion des organes sexuels ont disparu. *L'ovulation ne coïncide donc pas avec le rut.* Si la possibilité de l'ovulation dite spontanée ne peut être révoquée en doute, il est tout aussi certain que *le coït est l'une des causes déterminantes de l'ovulation.* Comment le coït provoque-t-il la rupture des follicules? De nombreuses expériences faites par l'auteur ont établi que l'introduction des spermatozoïdes n'est nullement nécessaire pour que le coït entraîne l'ovulation. La rupture des follicules a lieu si l'on fait la ligature des oviductes et même si l'on empêche par une ligature l'entrée des spermatozoïdes dans l'utérus; c'est l'excitation des organes génitaux externes et du vagin pendant l'orgasme vénérien qui amène, par voie réflexe, la rupture des follicules. La ligature des artères ovariques n'empêche pas la déhiscence.

Constitution de l'œuf mur. — M. Ed. Van Beneden se fondant sur le fait qu'aussitôt après la mise bas la lapine est apte à concevoir de nouveau, a fait connaître une méthode positive pour déterminer l'âge des ovules ovariens. C'est cette méthode qui lui a fait reconnaître que l'existence de la *corona radiata* n'est nullement caractéristique de la maturité des ovules, comme Bischoff l'a prétendu et le soutient encore. Le seul caractère qui permette d'affirmer que l'ovule est mûr c'est *la disparition de la vésicule germinative* qui entraîne la production des *globules polaires* et du *pronucleus femelle.* M. Van Beneden a constaté que chez les mammifères ces phénomènes s'accomplissent avant la chute des ovules et indépendamment de la fécondation.

En faisant connaître l'existence d'un *couvercle* (plaque circulaire de *protoplasma* homogène, située entre la vésicule germinative et la zone pellucide) et d'une *lentille cicatriculaire* dans l'œuf de la lapine; il a établi que l'œuf des mammifères présente une *polarité* semblable à celle de l'œuf de tous les autres vertébrés. Il a montré que la zone pellucide n'est pas, comme on le croyait, engendrée par les cellules de la couche granuleuse; mais qu'elle est un produit de transformation du protoplasme de l'œuf. Il a reconnu qu'une membrane vitelline apparaît à l'intérieur de la zone pellucide au moment où l'œuf atteint sa maturité.

Fécondation. — Aussi bien chez les chauves-souris que chez la lapine un grand nombre de spermatozoïdes pénètrent dans l'œuf en traversant la zone

pellucide. M. Ed. Van Beneden, les a vus plusieurs fois se mouvoir activement dans l'espace périvitellin. Jamais il n'en a observé dans le vitellus. Auerbach et Bütschli avaient vu chez les Nématodes et les Mollusques deux et même plusieurs noyaux apparaître dans le vitellus et se fondre en un noyau unique avant le début de la segmentation. Ed. Van Beneden a confirmé ce fait important en ce qui concerne les Mammifères; mais d'après lui *le noyau de la première cellule embryonnaire résulte de la conjugaison de deux éléments nucléaires* DIFFÉRENTS qu'il a appelés les deux *pronuclei de l'œuf fécondé*. En créant le mot *pronucleus,* adopté aujourd'hui, il a établi la distinction qu'il y a lieu de faire entre ces éléments nucléaires et un noyau de cellule ordinaire. Il admit le premier que ces deux éléments nucléaires ont chacun un caractère différent au point de vue sexuel. L'un appelé *pronucleus mâle* se forme, après la fécondation et dérive probablement de la substance constitutive des spermatozoïdes ; l'autre est un reste de la vésicule germinative : c'est le *pronucleus femelle.* Hertwig et après lui plusieurs autres observateurs ont complété la découverte de Van Beneden en l'étendant à d'autres groupes du règne animal et en démontrant l'identité du pronucleus mâle avec la tête d'un spermatozoïde. Mais déjà en 1876, à la suite d'observations précises et délicates faites sur les ovules fécondés de la lapine, M. Ed. Van Beneden avait reconnu que les *pronuclei* jouent un rôle dans la fécondation et qu'ils se distinguent de tout noyau cellulaire en ce qu'ils se conjuguent pour donner naissance à ce qu'il a appelé *le premier noyau embryonnaire.* M. Ed. Van Beneden a rattaché l'expulsion des globules polaires et du liquide périvitellin à la fécondation qui est pour lui un *rajeunissement de la cellule œuf,* et qui consisterait dans le remplacement des éléments expulsés pour constituer les globules polaires par des éléments nouveaux apportés par les spermatozoïdes. La fécondation serait ainsi ramenée à la conjugaison des protophytes et des protozoaires. De même que la faculté de multiplication s'épuise chez ces derniers et qu'il faut, après une série de divisions, une conjugaison pour rendre les individus capables de commencer une nouvelle série de divisions, de même la fécondation a pour résultat de rendre à l'œuf la faculté de se multiplier par division et de donner naissance à une nouvelle génération d'individualités cellulaires.

Arrêt du développement chez les Cheiroptères (1875). — M. Ed. Van Beneden a découvert ce fait singulier que chez les chauves-souris la copulation se fait à la fin de l'été, que pendant tout l'hiver les organes génitaux femelles sont gorgés de sperme; mais que le développement embryonnaire ne commence qu'en avril. Néanmoins l'ovulation peut se produire en hiver. Dans ce cas elle est immédiatement suivie de fécondation : les deux pronuclei se montrent constamment dans le vitellus de l'œuf tombé dans l'oviducte; mais néanmoins l'ovule ne subit aucune modification jusqu'au printemps. Bischoff a découvert un fait analogue en ce qui concerne le chevreuil. Probablement, chez les chauves-souris, l'abaissement de la température du corps est la cause de l'arrêt du développement : le froid agirait chez elles comme sur les œufs de la plupart des animaux à température variable.

Segmentation et formation d'une gastrula (1875). — L'étude de la segmentation chez la lapine et chez les chauves-souris a démontré que, contrai-

rement à ce qui semblait résulter des recherches de Bischoff et ce qui était partout admis, le fractionnement est *inégal* chez les mammifères comme chez les autres vertébrés. Dès la première segmentation l'ébauche des deux premiers feuillets de l'embryon est reconnaissable et l'endoderme s'enveloppe progressivement, par épibolie, de la couche ectodermique, comme on l'observe chez les ichthyopsides et les sauropsides. Le blastopore disparaît bientôt et les divers stades du développement du blastocyste sont décrits avec soin. L'auteur montre que la tache embryonnaire répond à la partie centrale de ce qu'il appelle le *gastrodisque* confondu jusqu'ici avec la tache embryonnaire elle-même. Il fait connaître les rapports des trois assises cellulaires de la tache embryonnaire avec l'ectoderme et l'endoderme de la *metagastrula*.

Ligne primitive. — Formation d'un feuillet intermédiaire. — La ligne primitive débute à l'extrémité postérieure de la tache, au milieu du bord postérieur de ce que l'auteur appelle le *croissant*. Il apparaît en ce point une tache très foncée, limitée en avant par un sillon transversal siégeant dans l'ectoderme; cette tache c'est le *tubercule terminal;* le sillon est appelé *sillon terminal.* La ligne primitive se développe d'arrière en avant et *un feuillet cellulaire intermédiaire aux deux feuillets primitifs procède des bords de la ligne primitive*, qui se termine en avant par le nœud de Hensen. Il y a lieu de distinguer diverses phases dans l'évolution de la ligne primitive : 1° l'épiblaste s'épaissit considérablement et donne lieu à une bande antéro-postérieure obscure. 2° Une fente médiane apparaît et divise cette bande épiblastique en deux moitiés qui deviennent les lèvres de la fente; suivant les lèvres, l'épiblaste épaissi se continue avec le feuillet intermédiaire. 3° Les deux lèvres se rapprochent et se soudent de nouveau entre elles; la fente a disparu.

Formation de l'aire vasculaire. — L'aire vasculaire prend naissance à l'extrémité postérieure de l'embryon, autour du tubercule terminal pris comme centre. Elle a dès l'abord une forme circulaire et se reconnaît à son apparence granuleuse; mais son diamètre augmente peu à peu. Elle finit par envelopper la tache embryonnaire qui apparaît alors excentriquement placée dans la partie antérieure de l'aire vasculaire. Il n'y a donc pas d'analogie entre le développement de l'aire vasculaire des sauropsides et celle des mammifères. Chez les premiers *l'embryon se trouve dès l'abord au centre de l'aire opaque* qui devient en partie l'aire vasculaire; *chez le lapin l'aire vasculaire apparaît*, contrairement à ce qui était admis, *autour de l'extrémité postérieure de l'embryon.* Des cellules *émigrent* radiairement, à partir du *tubercule terminal*, entre l'épiblaste et l'hypoblaste; elles se meuvent à la façon d'Amibes, en s'éloignant progressivement de leur point de départ; elles se multiplient par division, deviennent fusiformes, s'anastomosent en un réticulum et deviennent les cellules vaso-formatives de l'aire vasculaire. Elles seules donnent naissance à des globules sanguins.

Corde dorsale, mésoblaste et cœlome. — La corde dorsale ne se développe pas aux dépens de l'hypoblaste comme Hensen l'a supposé, ni aux dépens du mésoblaste comme l'affirme Kölliker.

La corde dorsale, les deux moitiés du mésoblaste, enfin l'hypoblaste proprement dit, se développent simultanément aux dépens d'un endoderme formé de trois assises cellulaires, l'une profonde, à cellules plates, les deux

autres formant ensemble ce que nous avons appelé plus haut le feuillet intermédiaire. Il est très difficile de résumer en quelques mots la série fort complexe des modifications de l'aire embryonnaire qui conduisent à la formation du mésoblaste et de la notocorde. Il suffira de dire que le mode de formation de ces organes est au fond identique à ce qui se passe chez l'Amphioxus, si l'on s'en rapporte aux observations de Kowalesky et de Hatschek, et à ce que les frères Hertwig ont reconnu chez les Amphibiens. Dès le moment où la corde vient constituer, chez le lapin, la voûte de la cavité blastodermique (c'est-à-dire digestive) le mésoblaste se compose de deux assises cellulaires séparées l'une de l'autre par une fente virtuelle; celle-ci, qui n'est autre chose que le commencement du cœlome, communique avec la cavité digestive le long des bords de la plaque notocordale. La *cavité pleuro-péritonéale s'ouvre donc au début*, chez les mammifères aussi bien que chez l'amphioxus et chez les amphibiens, *dans la cavité digestive; l'épithélium qui la délimite est en continuité avec l'épithélium digestif*; *l'un et l'autre sont, de même que la notocorde, des parties d'un seul et même feuillet primitif, l'endoderme. Les mammifères sont donc de vrais entero-cœliens.* L'épithélium pleuro-péritonéal a une toute autre signification que l'*endothélium* des vaisseaux et des cavités lymphatiques. D'après Van Beneden, étendant aux vertébrés supérieurs les conclusions que les frères Hertwig ont tirées de leurs études sur le développement des tritons, le péricarde, les plèvres et le péritoine sont des muqueuses par leur origine et l'ancienne classe des membranes séreuses devrait être supprimée : la seule séreuse du corps des mammifères, serait l'arachnoïde qui, par son origine, aussi bien que par sa structure, n'est en définitive, pense-t-il, qu'un large espace lymphatique. Au contraire les cavités dérivées de l'espace pleuro-péritonéal ou coelome de l'embryon ne se mettent que secondairement en rapport avec les vaisseaux lymphatiques, tandis qu'elles communiquent primitivement avec la cavité digestive. On sait déjà que de semblables communications se développeraient aussi entre les alvéoles pulmonaires et les lymphatiques ou encore entre la cavité amniotique et les lymphatiques sous-jacents à l'épiderme. M. Van Beneden propose de désigner les membranes qui délimitent les cavités dérivées de l'espace pleuro-péritonéal sous le nom de *pseudo-séreuses*, si toutefois l'on conserve le nom de *séreuse* pour désigner la membrane qui délimite la cavité arachnoïdienne. Car il ne faut pas oublier que cette dernière cavité ne se distingue, ni au point de vue anatomique, ni par son développement, des larges espaces lymphatiques tels que les espaces sous-arachnoïdiens, les chambres de l'œil ou encore les larges sacs lymphatiques sous-cutanés des batraciens anoures.

Canal neurentérique et sillon primitif. — Au niveau du *nœud*, c'est-à-dire à l'*extrémité antérieure de la ligne primitive* le sillon primitif qui consiste en une fente siégeant dans la ligne primitive se continue en un canal qui va s'ouvrir, dans la cavité digestive, sous l'extrémité postérieure de la corde. Ce canal est manifestement homologue au canal neurentérique des Ichthyopsides, récemment découvert par Gasser et par Balfour chez les Oiseaux et les Reptiles. — De sorte que la gouttière médullaire et plus tard le canal médullaire, s'ouvrent, en contournant l'extrémité postérieure de la notocorde,

dans la cavité digestive, aussi bien chez les Mammifères que chez les autres vertébrés.

Au niveau du nœud, le cœlome s'ouvre latéralement dans le canal *neurentérique* et, en arrière du *nœud*, dans le sillon primitif et par là à l'extérieur. Comme Balfour l'a supposé, le sillon primitif est donc l'homologue de l'*anus de Rusconi* chez les amphibiens et chez les mammifères aussi bien que chez les Ichthyopsides, les premiers organes de l'embryon se développent en avant de cette ouverture qui met la cavité digestive en communication avec l'extérieur.

Cœur et vaisseaux. — M. Van Beneden, après avoir vérifié la dualité primitive du cœur décrite pour la première fois par M. Dareste (*Sur la dualité primitive du cœur.* Comptes-rendus de l'Académie des sciences, Paris, 1866, t. LXIII, p. 60) et signalée ensuite par Hensen au Congrès des naturalistes de Francfort en 1867, a constaté les faits suivants (1) :

La cavité du vaisseau cardiaque et les gros vaisseaux de l'embryon se développent, à la façon des espaces lymphatiques : ils sont des *trouées dans la substance fondamentale du tissu conjonctif embryonnaire.* Il ne s'y forme pas de globules rouges. Au contraire, les vaisseaux de l'aire vasculaire sont d'origine *intra-cellulaire*; et les premiers globules rouges sont engendrés exclusivement dans les cellules vaso-formatives de l'aire vasculaire. Il y a donc, dès l'abord, deux modes entièrement différents pour la formation des vaisseaux. Primitivement séparés des vaisseaux qui engendrent des globules rouges, le cœur et les gros troncs vasculaires qui ont au début le caractère de lacunes lymphatiques, se mettent secondairement en communication avec les vaisseaux intra-cellulaires de l'aire vasculaire. Alors seulement le sang vient les envahir et leur donner le caractère de vaisseaux sanguins. M. Van Beneden interprète ce fait de la façon suivante : Il existe transitoirement, tout au moins chez certains vertébrés, une disposition qui est permanente dans beaucoup d'invertébrés : sur beaucoup de vers, en effet, des vaisseaux rouges renfermant de l'hémoglobine dissoute restent séparés pendant toute la vie des espaces lacunaires occupés par un sang incolore qui correspond probablement au plasma sanguin des vertébrés.

Appareil hématique chez les crustacés. — Rappelons à ce sujet que M. Van Beneden a découvert chez des *crustacés* parasites (Lernanthropes, Clavelles et Congéricoles), un système de canaux hématiques (vaisseaux rouges à hémoglobine dissoute). Ils y existent indépendamment d'un système d'espaces lacunaires occupés par un liquide incolore. Rien de semblable n'était connu chez aucun articulé.

Amnios et pseudamnios. — On admet que chez les mammifères l'amnios se forme, comme chez les oiseaux, aux dépens d'un capuchon antérieur et d'un capuchon postérieur constitués de la même manière l'un et l'autre. Il n'en est pas ainsi, du moins chez le lapin, les chauves-souris et le chien. Le capuchon céphalique est constitué par l'accolement immédiat de l'*épiblaste et de l'hypoblaste,* tandis que le capuchon caudal est fermé par l'épiblaste uni à la somatopleure. *Le capuchon céphalique* énormément développé au début,

(1) Voy. aussi Dareste, *Sur la production artificielle des monstruosités,* Paris, 1877, in-8°, p. 166.

au point qu'à un moment donné les 4|5 de l'embryon s'y trouvent engagés, *est une formation provisoire* que M. Van Beneden appelle le *pseudamnios*. En effet, *il n'intervient en rien dans la formation de l'amnios définitif* qui se développe exclusivement aux dépens du capuchon caudal. Le pseudoamnios se résorbe complètement et l'embryon se retire tout entier dans le capuchon caudal.

Première circulation. — Contrairement à ce qui est partout avancé, le *sinus terminal* de l'aire vasculaire est artériel et non veineux. *Les artères omphalo-mésentériques débouchent directement dans ce sinus.* Au contraire les veines omphalo-mésentériques, au lieu de naître du sinus, n'ont aucun rapport immédiat avec lui. Ces veines, après avoir longé le bord du placenta, s'infléchissent pour marquer la limite entre le pseudamnios et le véritable amnios. Le sinus terminal forme un cercle vasculaire dont le diamètre l'emporte de beaucoup sur celui du placenta. *Il n'y a pas dans l'aire vasculaire deux réseaux capillaires superposés, mais un seul réseau* reliant les artères omphalomésentériques et le sinus terminal d'une part, aux veines omphalo-mésentériques de l'autre.

Corps de Wolff. — M. Van Beneden a découvert chez le lapin les canaux segmentaires et leur communication primitive avec le cœlome par des orifices correspondants aux néphrostomes.

Développement embryonnaire des ascidies. — Des recherches récentes, entreprises sur le développement des ascidies simples lui ont permis d'ajouter aux découvertes de Kowalewsky. C'est ainsi qu'il a reconnu que l'œuf présente aux divers stades de la segmentation une symétrie bilatérale parfaite. Il en est de même de la *Gastrula* et à plus forte raison des stades ultérieurs. Il a fait connaître plus exactement le mode de formation du mésoderme. Il a montré qu'il y a des analogies entre le développement du cœur des ascidies et celui des vertébrés inférieurs. Mais, la couche musculaire et le feuillet viscéral du péricarde qui, chez les vertébrés, se développent aux dépens d'une seule couche de cellules (splanchno-pleure), consistent, pendant toute la vie des ascidies, en une assise unique de cellules épithéliales plates, transformées en partie en fibrilles musculaires. Tout l'appareil sexuel procède d'une masse cellulaire unique, dans laquelle apparaît une cavité homologue au Cœlome des vertébrés. Les orifices sexuels des Ascidies sont homologues aux pores abdominaux par lesquels se fait aussi l'élimination des produits sexuels chez les Cyclostomes et chez quelques Téléostéens.

Division des cellules, 1876. — Les phénomènes qui s'accomplissent dans le noyau d'une part, dans le corps cellulaire de l'autre, au moment où une cellule se divise, découverts par Bütschli dans des œufs d'invertébrés en voie de segmentation, par Strasburger dans les cellules végétales, Van Beneden les décrivit le premier dans les animaux supérieurs. Il montra que dans les cellules du blastoderme du lapin, les filaments nucléaires et la plaque équatoriale se colorent seuls par le carmin et l'hématoxyline : le reste du corps nucléaire perd la faculté d'absorber les matières colorantes. La substance qui se colore et qui au moment de la division ne se trouve plus que dans les filaments, reçut de l'histologiste belge le nom d'*essence nucléaire*; l'autre fut désignée sous le nom de *suc nucléaire* (1875). Les Allemands ont créé depuis des dénominations nouvelles pour les mêmes choses : C'est ainsi que Flem-

ming, en raison de la propriété que Van Beneden reconnût à l'essence nucléaire de se colorer vivement par le carmin, l'hématoxyline, etc., l'appelle *chromatine*; le suc nucléaire est appelé *achromatine*.

Pendant un séjour que M. Ch. Robin fit à Liège, en 1877, M. Ed. Van Beneden lui fit voir une série de préparations et de dessins de l'épithélium de la vessie de la grenouille démontrant clairement 1° qu'il existe dans les noyaux de ces cellules un réseau semblable à celui qu'il avait observé sur le vivant dans la vésicule germinative de l'*Asteracanthion rubens* et qu'il avait décrit sous le nom de *reticulum nucleoplasmique* (*Cont. à l'hist. de la vésic. germin.*, 1875); 2° que la membrane est constituée par la même substance et les mêmes granulations que les filaments réticulés; 3° que ces filaments s'épaississent, se transforment et donnent lieu à une succession régulière de figures remarquables lors de la division; 4° que les deux noyaux dérivés, pour se constituer, suivent une succession de phases inverse de celles par lesquelles passe d'abord le noyau maternel; 5° que le corps protoplasmique intervient directement dans la formation des noyaux dérivés, par suite de l'apparition aux deux pôles de l'ancien noyau de corps clairs, autour desquels se forment les figures étoilées que Fol a désignées sous le nom d'*aster*.

Van Beneden, pour compléter ses recherches et dans l'espoir d'en trouver l'explication, a retardé la publication des faits précités. Flemming l'a devancé en publiant en 1880 ses recherches sur la division des cellules. Il a fait connaître, en les complétant, une partie des résultats auxquels le naturaliste belge était arrivé dès 1877.

Fragmentation nucléaire et division des noyaux (1876). — Ed. Van Beneden a établi une distinction entre la *fragmentation et la division des noyaux*. En étudiant les cellules de l'ectoderme du lapin, il vit les noyaux changer de forme, s'étrangler, prendre l'apparence d'un bissac, quelquefois même se scinder en deux parties. Cette *fragmentation* n'entraîne pas la division du corps cellulaire et n'implique pas la multiplication de l'individualité cellulaire. Au contraire, dans toute cellule en voie de division, le noyau subit la série de transformations internes dont il a été question plus haut et que l'on désigne maintenant sous le nom de *karyokinèse*. La fragmentation du noyau est, d'après Ed. Van Beneden, un phénomène de même ordre que le changement de forme que peut subir cet élément. D'après cela, il n'hésite pas à considérer comme étant des Individualités simples des Protozoaires à noyaux multiples en apparence, tels que les Arcelles, les *Actinosphrœriam*, les Opalines, les *Polykrikos*, etc. Il en est de même d'une foule de cellules constitutives des tissus qui possèdent, elles aussi, des *noyaux fragmentés* et non pas à proprement parler deux ou plusieurs noyaux. (Cellules endothéliales de la membrane de Demours, cellules épithéliales de l'estomac et de l'intestin, grandes cellules plates de l'épithélium de la vessie, cellules épithéliales des tubes ovariens des insectes (*Nepa cinerea*), cellules du cartilage, cellules biliaires, globules blancs, cellules ganglionnaires du grand sympatique de l'homme, cellules de l'organe de Corti, myéloplaxes de Robin, cellules du blastoderme du lapin, etc.)

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

Saint-Denis. — Imprimerie CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

NOTE SUR LA FABRICATION ARTIFICIELLE

DES

FORMES DES ÉLÉMENTS ORGANIQUES

Par Denis MONNIER et VOGT
Professeurs à l'Université de Genève

Lue à l'Académie des Sciences de Paris, dans sa séance du 2 janvier 1882.

(PLANCHES IX et X.)

Le point de départ de nos recherches a été fourni par l'observation suivante, faite par l'un de nous (M. Monnier) il y a une dizaine d'années.

En laissant tomber dans une solution de sucrate de chaux une parcelle de sulfate de cuivre, M. Monnier vit se former sous le microscope des tubes, qui s'étendaient dans tous les sens en serpentant et qui présentaient une paroi propre, très fine sur les tubes minces, à doubles contours et ayant une épaisseur notable sur les tubes plus gros. Les tubes s'allongeaient sous les yeux de l'observateur; ils contenaient de fines granulations qui se disposaient le long des parois après s'être formées à l'extrémité ouverte du tube. On croyait voir comme un courant de granulations, entrant dans l'orifice ouvert du tube, tandis que celui-ci marchait en sens contraire. Finalement le phénomène prenait fin et le tube se fermait en pointe.

Pressé par d'autres travaux, M. Monnier ne continua pas ses recherches. Nous les avons reprises en commun et nous venons aujourd'hui présenter les principaux résultats obtenus jusqu'à présent, que nous exposerons en détail dans un mémoire plus étendu, accompagné de planches.

L'expérience fondamentale est facile à répéter.

On prépare une solution aqueuse de sucrate de chaux assez concentrée, pour que le liquide soit très faiblement visqueux. On place une goutte de ce liquide sur un porte-objet; on écrase un cristal de sulfate de cuivre avec un manche de scalpel et après

avoir saupoudré la goutte avec un peu de cette poudre impalpable on observe au microscope.

On se trouve en présence d'un phénomène de double décomposition, qui se fait au milieu d'un liquide comparable, par ses qualités physiques et chimiques, à un protoplasme assez fluide. Il se forme du sulfate de chaux et du sucrate de cuivre; mais cette réaction qui dans un liquide très aqueux ne produit qu'un précipité amorphe, entraîne, dans ce protoplasme artificiel, comme nous voulons l'appeler, la formation de tubes à parois distinctes et à contenu granuleux hétéromorphe; tubes qui ressemblent, à s'y méprendre, à certaines formes tubulaires organiques, à des boyaux polliniques ou à des tubes fécondateurs de certaines floridées.

La cause de la formation de ces tubes devait évidemment être cherchée dans la présence d'un liquide très légèrement visqueux.

On devait penser immédiatement aux recherches si connues de Traube et de tant d'autres auteurs, qui avaient pour but la production artificielle de cellules organiques.

Toutes ces expériences, que nous croyons inutiles de discuter ici, présentaient, comme notre expérience fondamentale, un côté vulnérable en ceci, que des substances de provenance organique entraient en jeu, de l'albumine, de la graisse, du protoplasme, du sucrate, etc. On pouvait faire à toutes ces expériences une objection capitale, qu'on n'a pas manqué de produire, savoir que la substance organique avait la propriété inhérente de donner naissance à des formes organiques et qu'elle conservait cette propriété à travers toutes les transformations que l'on pourrait lui faire subir.

Convaincus que c'était la visquosité du liquide seule et non sa provenance qui entrait en jeu, nous devions songer à remplacer notre protoplasme artificiel *par un liquide absolument inorganique.*

Nous n'en connaissons qu'un fort petit nombre — ce sont surtout les silicates alcalins.

En conséquence, nous avons expérimenté en premier lieu avec le silicate de soude.

Après plusieurs tâtonnements, nous avons reconnu qu'un certain degré de concentration était indispensable pour la production des formes pseudo-organiques. Dans une solution trop

diluée, on n'obtient que des précipités pulvérulents; dans une solution trop concentrée, les parcelles de cristaux tombées dans le liquide s'entourent immédiatement d'une enveloppe résistante, épaisse, imperméable, qui empêche toute réaction ultérieure.

En expérimentant avec une solution de silicate de soude appropriée, on obtient absolument les mêmes formes qu'avec le sucrate de chaux. On peut donc impunément substituer l'une de ces solutions à l'autre; une des conditions indispensables pour la naissance des formes pseudo-organiques étant la production d'un sel peu ou point soluble par double décomposition, on peut recourir à celui des deux liquides qui présente ce phénomène dans le cas ou l'autre ne formerait pas un précipité insoluble. Les carbonates agissent sur le sucrate de chaux, mais non pas sur le silicate de soude.

Nous avons opéré sur ce dernier en premier lieu avec les sulfates de cuivre, de fer, de nickel, de zinc, de magnésie, etc. Plus tard, nous avons aussi employé des phosphates.

Tous les sulfates ont formé, avec le silicate de soude, des tubes absolument identiques quant à la forme, avec ceux obtenus avec le sucrate.

Au moment où la parcelle d'un cristal de sulfate tombe dans le liquide, elle s'enveloppe d'une membrane transparente, éminemment dialytique, à travers laquelle le liquide continue à agir. On voit le cristal se réduire par secousses, tandis que la membrane s'étend et se gonfle. La membrane ne laisse passer que du liquide; en colorant le silicate de soude avec du carmin finement trituré, on peut se convaincre que le carmin ne pénètre ni dans cette cellule primitive, ni dans les tubes qui se projettent. Cette expérience prouve aussi que le mouvement apparent des granules que l'on croit voir sur l'extémité béante des tubes en marche, n'est qu'une illusion d'optique, produite par l'allongement assez rapide des tubes en marche. Ces granulations ne sont jamais colorées par le carmin.

Lorsque l'enveloppe de la parcelle en décomposition s'est gonflée, les tubes en partent dans toutes les directions.

Les formes de ces tubes sont constantes pour chaque sulfate. Leur grosseur dépend en grande partie de la grosseur des parcelles de cristaux mises dans le liquide. Un grain plus gros for-

mera des gros tubes munis de parois à doubles contours, tandis que des parcelles très fines poussent des tubes d'une finesse souvent remarquable.

On observe sur ces tubes des ramifications, des soudures, des cloisons transversales, un contenu semi-liquide, transparent, dans lequel sont disposés des granules extrêmement fins. Les granulations forment quelquefois des bandes ondulées dans les gros tubes ; dans d'autres, elles s'assemblent derrière les cloisons transversales. Le plus souvent, elles sont disposées le long des parois, le milieu du tube, qui est toujours rond, restant parfaitement limpide ; mais nous avons observé des tubes présentant, à s'y méprendre, l'aspect d'un gros tube nerveux qui commence à s'altérer, un cylindre axe au centre du tube, de la myéline granuleuse, séparée du cylindre axe par un espace clair et le tout enveloppé d'une gaîne à double contour.

Les tubes engendrés par le sulfate de zinc sont incolores, tandis que ceux formés par les autres sulfates sont plus ou moins colorés en vert.

Tous ces tubes formés dans le silicate sont très persistants ; après les avoir lavés avec de l'eau distillée, pour enlever l'excès de silicate et le sulfate soluble, on peut les conserver dans l'eau, les monter comme préparations dans le baume, etc. En les desséchant dans un excès de silicate, on obtient des formes curieuses, engendrées par le retrait du liquide qui les remplissait. C'est de cette manière que nous avons produit des formes, qu'on ne pourrait distinguer des spicules de certains spongiaires, avec canal parfaitement accusé au centre et double base perforée également par un canal central.

Le fait, que c'est la visquosité faible du liquide, qui seule est la cause de la formation des tubes, et que ces formes, organiques au premier chef, se produisent indistinctement dans des liquides de provenance organique ou inorganique, nous donnait une plus grande latitude pour nos expériences. Comme nous l'avons dit plus haut, nous pouvions employer, sans crainte, l'un ou l'autre de nos liquides, suivant la nature des sels que nous voulions soumettre à l'épreuve. Les carbonates alcalins ne donnent pas un précipité insoluble avec le silicate de soude, nous avons dû nous adresser au sulfate de chaux pour les expérimenter.

Les carbonates alcalins (de potasse, de soude, d'ammoniaque), engendrent, non pas des tubes, mais des *cellules rondes à canaux poriques ouverts.*

Les formes de ces cellules sont tout aussi constantes que celles des tubes. Les cellules ont des parois plus ou moins épaisses; au centre se trouve, dans la plupart des cas, un amas de granules non décomposés du sel, simulant souvent un noyau ; de ce centre rayonnent vers la périphérie, des canaux poriques; tantôt plus épais, tantôt plus minces, ondulés et serpentants. dans certains cas, droits comme les rayons d'une sphère dans d'autres, espacés ici, plus serrés là. Tous ces canaux arrivent à la périphérie de la cellule où ils sont largement ouverts. En plaçant le foyer du microscope dans la coupe optique de la cellule, on voit souvent un courant de granules sortir de l'orifice d'un canal et le canal lui-même se projeter, en forme de tube évasé, au delà de la périphérie très nettement accusée, de la cellule ; mais ces prolongements se détruisent bientôt et la cellule reste, parfaitement limitée sur toute sa périphérie par sa paroi. En plaçant le foyer du microscope très haut, de manière à fixer le point culminant de la cellule sphérique, on voit distinctement les orifices béants parfaitement arrondis des canaux et les granules rangés en cercle contre la paroi nettement accusé du canal porique. On trouve des cellules doubles, triples, confondues sur une portion de leur périphérie, etc.

Tous les carbonates expérimentés engendrent des cellules; les sulfates projettent des tubes.

Il y a cependant des exceptions.

Le sulfate de nickel et le sulfate de magnésie donnent, avec le silicate, des formes combinées. Des parois très épaisses, brunâtres, d'une apparence cornée, forment une cellule, hérissée, le plus souvent seulement d'un côté, de tubes épais, remplis de granules, qui se projettent dans la paroi claire, s'y arrêtent quelquefois, mais la dépassent ordinairement en forme de piquants. L'alun de chrôme ne forme point de tubes, mais des cellules à parois granuleuses, confondues ensemble, qui ressemblent aux cellules de certains cartilages en voie d'ossification.

Nous donnerons dans le mémoire détaillé que nous préparons dans ce moment, le tableau des réactions que nous avons expérimentées jusqu'à présent. Mais nous pouvons déduire de nos

expériences d'ore et déjà, un certain nombre de conclusions, qui nous paraissent présenter quelque intérêt.

1. Des éléments figurés, présentant tous les caractères de forme appartenant aux éléments organiques, tels que cellules simples et à canaux poriques, des tubes à parois, à cloisons, à contenu hétérogène granulé, etc., peuvent être produits artificiellement dans un liquide approprié par le concours de deux sels, formant par double décomposition, soit deux, soit un seul sel insoluble. L'un de ces sels doit être dissous dans le liquide, tandis que l'autre doit être sous forme solide.

2. Les formes d'éléments organiques (cellules, tubes) se produisant tout aussi bien dans un liquide de provenance organique ou semi-organique (sucrate de chaux) que dans un liquide absolument inorganique (silicate de soude); il ne peut plus dorénavant être question de formes distinctives, caractérisant les corps inorganiques d'un côté, les corps organiques de l'autre.

3. La formation d'éléments figurés pseudo-organiques dépend de la nature, de la constitution visqueuse et de la concentration des liquides, dans lesquels elle doit se produire. Certains liquides visqueux (solution de gomme arabique, de chlorure de zinc) n'en donnent point.

4. La forme des produits pseudo-organiques est constante par rapport aux sels cristallisés et aussi constante que toute forme cristalline des minéraux. Cette forme caractéristique se maintient si bien, qu'elle peut servir même à reconnaître, dans des mélanges, une proportion tout à fait minime d'une substance. On peut employer cette forme comme moyen d'analyse aussi sensible que l'analyse spectrale et différiencier, par exemple, les carbonates, sesquicarbonates et bicarbonates alcalins les uns des autres.

5. La forme des éléments pseudo-organiques artificiels dépend principalement de l'acide, qui entre dans la composition du sel solide. Les sulfates et les phosphates, dans certains cas, engendrent dans la règle des tubes, tandis que les carbonates produisent des cellules.

6. A part quelques exceptions, telles que les sulfates de cuivre, de cadmium, de zinc, de nickel, des formes pseudo-organiques ne sont engendrées que par le concours de substances

que l'on trouve dans les organismes réels. C'est ainsi que le sucrate de chaux engendre des formes organiques, tandis que les sucrates de strontiane ou de baryte n'en forment point.

7. Les éléments artificiels pseudo-organiques sont entourés de véritables membranes, dialysantes au plus haut degré, ne laissant passer que des liquides. Ils montrent un contenu hétérogène et produisent, dans leur intérieur, des granulations disposées dans un ordre déterminé. Ils sont donc, sous le rapport de leur constitution comme celui de leur forme, absolument semblables aux éléments figurés dont sont construits les organismes.

8. Il est probable que les éléments inorganiques, contenus dans le protoplasme organique, jouent un certain rôle dans la constitution des éléments organiques figurés pour la détermination des formes que ces éléments présentent.

EXPLICATION DES PLANCHES IX et X.

Fig. 1. — Groupe de tubes, engendrés par le sulfate de cuivre dans le silicate de soude. — *a*. Parcelles non dissoutes. — *b*. Tube à doubles contours distants par place. — *c*. Grosses granulations. — *d*. Granulations disposées par bandes. — *e*. Terminaisons cloisonnées. — Grossissement, 25 diamètres.

Fig. 2. — Groupe formé de la même manière. — *a*. Tube à doubles contours et grandes granulations. — Gross., 150 diam.

Fig. 3. — Tubes engendrés par le sulfate de zinc dans le silicate de soude. — *a*. Tube à cloisons distantes, semblable à un filament d'algue. — *b*. Tube semblable à un tube nerveux à gaîne, myéline et cylindre-axe. — *c*. Continuation du même tube, vide de granulations. — Gross., 500 diam.

Fig. 4. — Cellules à tubes, engendrées par le sulfate de nickel dans le silicate de soude (*a*, *b*, *c*). — Gross., 250 diam.

Fig. 5. — Cellule à canaux poriques flexueux, engendrée par le carbonate de soude dans le sucrate de chaux. On voit les orifices béants des canaux au centre et à la périphérie. — Gross., 250 diam.

Fig. 6. — Cellule formée par le bicarbonate de soude. Les canaux sont droits, de forme conique allongée. En *a*, les orifices de quelques grands canaux vus d'en haut. Les granules sont rangés en cercle autour de la paroi. — Gross., 250 diam.

Fig. 7. — Cellule formée par le carbonate d'ammoniaque, canaux droits très nombreux. On voit au centre les orifices ronds des canaux. — Gross., 300 diam.

Fig. 8. — Spicule artificielle de spongiaire, formée par la dessication de tubes engendrés par le sulfate de cuivre et le silicate de soude dans un excès de silicate après lavages répétés. On voit au centre un canal qui se continue dans les pièces basales.

EMBRYOGÉNIE DES BRYOZOAIRES

ESSAI D'UNE THÉORIE GÉNÉRALE DU DÉVELOPPEMENT BASÉE SUR L'ÉTUDE DE LA MÉTAMORPHOSE

Par le Dr J. BARROIS
Directeur du laboratoire de zoologie de Villefranche-sur-Mer.

(PLANCHE XI.)

Le travail actuel est la suite de mes recherches déjà publiées (1) sur la métamorphose des Escharines. Toutes les grandes familles des Bryozoaires ont, de même été soumises à mes observations au point de vue de la métamorphose. Ce sont les conclusions générales de ces travaux que je publie aujourd'hui, en attendant les mémoires détaillés qui doivent faire suite aux Escharines, et qui paraîtront plus tard sur chacune des familles.

1. Les documents acquis sur le développement du groupe des Bryozoaires sont restés jusqu'ici complètement muets en un point essentiel de l'embryogénie : nous savons bien comment se forment et se développent les diverses larves libres auxquelles l'œuf donne naissance, nous connaissons de même, comment, du stade très simple qui suit la destruction de ces premiers états, se façonne peu à peu la loge définitive, mais toutes nos connaissances se trouvent en défaut du moment que l'on cherche à aborder la question des rapports de la larve avec la forme adulte. Nous avons en un mot, des documents précis sur les deux termes ultimes du développement, mais entre ces deux termes subsiste une lacune qu'aucun observateur n'a réussi à combler.

De là suit, que malgré les recherches détaillées entreprises par nombre d'observateurs durant ces dernières années, l'embryogénie du groupe des Bryozoaires est encore restée du moins en ce qui concerne les conclusions, à un état relativement arriéré. Il nous est encore aujourd'hui aussi impossible qu'au

(1) Voyez *Annales des sciences naturelles*, 6e série, tome IX.

premier jour d'appliquer nos connaissances embryologiques à l'appréciation de l'organisme adulte. Faute de connaître les états de transition qui relient les deux parties du développement, nous nous trouvons encore dans l'impossibilité de recueillir le fruit des études acccomplies.

Il n'est presque personne dans les observateurs des différentes époques, qui n'ait été frappé de l'énorme importance de ce point particulier de l'embryogénie; à diverses reprises, nous trouvons des essais pour arriver à une réunion des deux formes Dès 1845 J.-P. Van Beneden essaie d'opérer un rapprochement entre la larve et l'adulte, puis vient Smitt (1865) dont le travail est suivi d'une série de tentatives faites par Nitche (1869), Claparède (1871), Salensky (1874), enfin par Metchnikoff (1869-71) Repiachoff et moi-même à l'époque de mon travail de 1877.

Aucune de ces diverses tentatives n'a été couronnée de succès, et nous pouvons même dire que les plus récentes présentent un caractère entièrement négatif : elles admettent que la larve se détruit pour se réduire à un sac ou on ne découvre plus qu'une masse de globules en dégénérescence, stade entièrement dépourvu de toute trace d'organes et qui semblait rendre absolument chimérique tout espoir d'arriver un jour à pouvoir suivre les organes de la larve dans leur transformation en organes définitifs de la forme adulte.

2. C'est au laboratoire de Concarneau dirigé par MM. Robin et Pouchet que j'ai pour la première fois, après bien des essais infructueux, réussi à observer des stades qui m'ont permis de combler cette lacune, et de relier organe par organe une larve de Bryozoaire à sa forme adulte. La première espèce pour laquelle j'ai réussi à atteindre ce but est le *Lepralia unicornis*, abondant à Concarneau. Le résultat complet de ces premières recherches a déjà fait l'objet d'un mémoire spécial publié dans les *Annales des sciences naturelles* (1).

Il est vrai que la larve dans sa transformation, passe chez les chilostomes, par des stades dans lequels les organes de la larve sont tellement réduits et si peu saisissables, qu'on comprend qu'ils aient pu échapper jusqu'à ce jour, mais jamais cependant il n'existe de stade qui réponde à une *destruction complète de*

(1) *Annales des sciences naturelles*, 6ᵉ série, t. IX.

l'organisme; ne laissant subsister que la peau de la larve remplie par des globules de dégénérescence. Une telle barrière séparant l'une de l'autre la larve et l'adulte d'une manière absolue, n'existe nullement en réalité, ce qui y a fait croire, c'est l'extrême simplicité de l'un des stades moyens de la métamorphose, jointe à l'extrême rapidité de la transformation dans les premiers stades après la fixation, ce sont ces caractères, communs à la plupart des métamorphoses, qui se trouvent exagérés chez les Bryozoaires à un point dont nous possédons peu d'exemples. Malgré cela le passage de la larve à l'adulte peut se suivre en détail chez les Bryozoaires d'une manière aussi complète que dans les cas les plus nets, tels que les Brachiopodes et les Serpules.

3. La possibilité de l'étude détaillée du passage de la larve à la forme adulte une fois bien démontrée pour une première espèce, on conçoit que j'aie dû éprouver le désir d'appliquer l'expérience acquise dans mes premières recherches à l'étude des mêmes stades dans les principaux groupes, de manière à bâtir sur ces nouvelles données une théorie complète du développement dans la classe tout entière des Bryozoaires, ce sont ces nouvelles recherches poursuivies depuis 1877 dans différentes localités dont je viens aujourd'hui donner un bref exposé.

Mon sujet se divise naturellement en trois parties:

Étude détaillée d'un type d'Entoprocte;

Étude détaillée des types d'Ectoproctes ; Escharines, Cellularines, Cténostomes, Cyclostomes, Lophopodes.

Résumé.

I. — Entoproctes.

Une larve d'Entoprocte se compose :

1° De l'*exoderme* divisé en faces orale et aborale, la première aplatie, bordée par la couronne et susceptible de s'enfoncer pour former le *vestibule*. La seconde très bombée, formant à elle seule la presque totalité de la peau de la larve, et susceptible de se refermer au-dessus de la première.

2° Du *tube digestif issu de l'endoderme*, il possède ici une structure identique au tube digestif de l'animal adulte, divisé en œsophage, rectum et estomac; il dérive en droite ligne,

sauf pour ses deux branches d'entrée et de sortie, de l'endoderme de la gastrula.

3° D'un *organe superposé aux bandes mésodermiques.* — Cet organe formé de deux lobes opposés se trouve placé au centre de la face orale et entre les deux ouvertures de l'intestin, à la place occupée chez la forme adulte, par le cloaque avec la poche incubatrice. C'est derrière cet organe que se trouvent situées les cellules qui représentent le mésoderme. Ce feuillet existe chez les entoproctes, sous la forme d'une ébauche spéciale et bien définie, représentant comme dans tant de cas, deux espèces de *keimstreifen.*

Organes accessoires. — Signalons enfin, pour ne rien omettre, deux petits appendices attachés à la peau l'un à l'extrémité du corps de la larve (appendice caudal), l'autre au-dessous de la bouche, sur la face aborale (appendice subbucal) ; ils dérivent de bourgeonnement des deux feuillets primitifs. Certains auteurs leur donnent une très grande importance, mais ils n'en ont aucune au point de vue morphologique et représentent selon moi des organes des sens appartenant exclusivement à l'organisme larvaire.

Métamorphose (1).

L'ensemble des phénomènes est aussi simple qu'instructif, et diffère beaucoup de ce qu'on supposait.

1° La larve se fixe par le pôle *oral*, puis, l'on voit toute la portion postérieure du vestibule (formé par la face orale invaginée) s'enfoncer peu à peu à l'intérieur de l'embryon.

Ce phénomène se poursuit jusqu'à ce que le fond du vestibule (toute la portion qui porte les ouvertures de l'intestin) ait, tout en entraînant le tube digestif, changé sa position horizontale primitive pour une position verticale (forme Loxosoma) ou horizontale et en sens contraire (forme Pedicellina). Pendant ce mouvement, le fond du vestibule s'isole et se détache peu à peu de ses bords ; ces derniers entreront en dégénérescence pour former des globules qui remplissent un moment la cavité interne du pédoncule. La couronne qui formait la limite de ces bords donne naissance à la glande du pied.

(1) Voyez sur ce sujet : *Comptes rendus de l'Académie de Paris*, 27 juin 1881, page 1527.

En un mot, la portion essentielle du vestibule quitte ses relations avec la face orale pour venir, en entraînant le tube digestif, se mettre en relation avec la face opposée. Dans ce mouvement, la face postérieure de la larve devient la face antérieure de l'adulte, et l'orientation se trouve intervertie.

Pendant que s'effectuent ces deux grands phénomènes (dégénérescence de la partie inférieure du vestibule, déplacement de la supérieure entraînant avec elle le tube digestif), on voit naître vers le haut de la face antérieure de l'exoderme une dépression étroite et à lèvres épaisses, c'est ce que j'appellerai l'*épaississement labial.* Cet épaississement se porte à la rencontre du polypide déjà formé à l'intérieur pour constituer l'ouverture de la loge.

En résumé, ces recherches confirment la plupart des grandes homologies admises généralement entre les deux formes adulte et larvaire, chez la Pédicelline, et que je reproduis dans le tableau suivant :

Tube digestif de l'adulte	Tube digestif de la larve.	
Espace intratentaculaire.....	Vestibule	
Sa saillie médiane..........	Organe bilobé	sac, ou poche cloacale des larves d'Ectoproctes.
Canal cilié débouchant dans le cloaque (Hatscheck).......	Canal cilié débouchant dans la fente.	

Par contre (résultat tout à fait inattendu) l'*appendice caudal* ne correspond nullement à la glande du pied des Loxosoma, et les différentes parties de la peau de la larve ont toutes des relations complètement inverses, de celles que l'on pensait avec la peau de l'adulte, puisqu'il y a en tout renversement complet, le haut devenant le bas, et la face antérieure devant la postérieure.

Conclusion. — Il y a en somme passage très complet des organes de la larve aux organes de l'adulte, mais ce passage ne se fait pas d'une manière simple, et ne le cède en rien, comme complexité à la métamorphose des Ectoproctes ; il n'y a aucunement lieu de maintenir à cet égard la distinction essentielle faite entre les deux groupes.

II. — Escharines.

Larve.

Le développement débute comme chez les Entoproctes, par

la formation d'une gastrula plus ou moins épibolique suivie de la formation de deux bandes embryonnaires composées chacune de 3 à 4 cellules, et se résolvant bientôt en éléments peu distincts situés du côté de la face orale.

1° *Exoderme.* — Tout le groupe des Escharines se distingue des Entoproctes par un caractère important : *La face orale a perdu la faculté de se rétracter en vestibule.*

De plus, nous constatons que les cellules de la couronne se sont fortement accrues dans le sens de la longueur, changement qui devient la source de beaucoup d'autres.

Vers le pôle aboral. — Les cellules se soulèvent entraînant avec elles une portion de la peau, de manière à donner naissance à un repli circulaire formé par les cellules de la couronne doublé par une portion de la face aborale. Ce repli constitue un véritable *manteau* que l'on voit s'accroître au-dessus de la face aborale qu'il finit par recouvrir plus ou moins complètement.

Cet enveloppement de la face aborale par un *manteau* détermine la formation d'une *cavité palléale.* Chez les Escharines, l'enveloppement n'est jamais complet, et l'extrémité de la face aborale, occupée par un organe spécial appelé la *calotte*, ne cesse jamais de faire saillie au-dessus de cette cavité. Cette calotte formée principalement par un cercle de cellules rayonnantes placé sous la peau, n'est point du tout, d'après moi, l'homologue de l'*appendice caudal* des larves d'entoproctes, mais bien de l'*épaississement labial* qui apparaît chez ces derniers, après la fixation.

Vers le pôle oral. — Il n'y a pas de soulèvement, et l'allongement des cellules de la couronne a pour unique effet de réduire de plus en plus l'espace occupé d'abord par la face orale, laquelle se déprime et s'amincit à mesure.

C'est d'abord sur la portion antérieure, munie de l'organe pyriforme, que porte exclusivement toute la réduction : elle s'effile, se déprime, s'amincit, et se réduit à la fin à une fente allongée bordée de chaque côté par les cellules de la couronne.

Ainsi la face orale est de bonne heure divisée en deux portions distinctes : une portion *libre* de forme arrondie, et une portion *étroite, enclavée dans la couronne :* la première ne cesse

jamais de coïncider avec le pôle oral ; elle se réduit sans discontinuer, au profit de la seconde, à mesure que progresse l'empiètement de la couronne, mais chez les Escharines, elle est encore assez large.

2° *Endoderme.* — L'endoderme issu de la gastrula ne donne pas naissance comme chez les Entoproctes à un tube digestif complet et bien formé, mais se résout de bonne heure en une masse compacte à éléments peu distincts : la *masse vitelline*, qui occupe longtemps l'intérieur de l'embryon ; chez la larve, on la trouve résolue en globules disséminés. On doit considérer la masse vitelline comme représentant le tube digestif, ce dernier fait défaut chez les larves d'Entoproctes.

Chez une seule espèce, étudiée par Repiachoff, on voit l'exoderme de la gastrula (formé d'ailleurs de la même manière que chez les autres larves du groupe des Ectoproctes), donner naissance à un tube digestif complet, ce fait présente certainement un très grand intérêt et met hors de conteste l'homologie que je viens de signaler entre le tube digestif des larves d'Entoproctes et la masse vitelline des larves d'Ectoproctes.

3° Enfin, la poche cloacale des larves d'Entoproctes est ici remplacée par une espèce de sac à parois très épaisses, né pareillement d'une invagination de l'exoderme, et placé près du centre de la face orale. Très souvent, une partie de la paroi du sac se soulève en une languette plus ou moins allongée qui peut être comparée au petit lobe pointu placé chez les larves d'Entoproctes, du côté de l'œsophage. Chez un *Alcyonidium* voisin du *mytili*, cette languette s'allonge au point de faire saillie au dehors au delà de l'ouverture de la poche. Dans cet état elle peut se comparer au petit lobe des Entoproctes, tandis que la poche où elle se trouve logée représenterait le gros lobe semi-circulaire portant l'anus, qui, chez les Entoproctes, entoure déjà le petit.

Ces analogies sont encore confirmées par le fait que chez la larve de *Tendra zosticola*, cette poche occupe comme chez les Entoproctes, l'espace compris entre les deux branches de l'intestin.

Organes accessoires. — 1. Ici encore je dois mentionner pour mémoire un organe allongé en forme de virgule (organe pyriforme) qui occupe le devant de la face orale et se trouve com-

posé d'une petite masse de nature glandulaire débouchant dans la fente de la face orale antérieure et surmontée d'un groupe de cellules rayonnantes (celles qui servent de base au plumet vibratile).

On a prétendu trouver dans cet organe l'homologue de l'appendice *subbuccal* des Entoproctes. A l'exemple des idées émises par Hatscheck pour la Pédicelline, on a voulu y voir un bourgeon rudimentaire, ce qui ferait de la larve de Bryozoaire une forme composée.

Il me suffira de faire remarquer à ce sujet, que l'organe pyriforme n'occupe nullement la même position que l'*appendice subbuccal* des Entoproctes : ce dernier est placé sur la face *aborale, au-dessous* de la boucle, le premier est situé sur la face *orale,* et au *devant* de l'ouverture buccale, il serait bon de le nommer *appendice prébuccal,* en opposition du nom de *subbuccal* que j'applique à celui des Entoproctes.

D'après mes recherches, l'*appendice prébuccal* des larves d'Ectoproctes disparaît complètement dans la métamorphose, et il en est de même des organes accessoires *subbuccal et caudal* des larves d'Entoproctes. Je ne puis donc que regarder ces organes accessoires comme appartenant exclusivement à l'organisme larvaire, l'observation des faits ne confirme nullement les vues hypothétiques admises à leur sujet par les auteurs précités.

2. Par contre, il existe chez les Escharines, un organe moins apparent, d'une très grande importance. Situé directement sous l'organe pyriforme, cet organe se compose de deux petits bourrelets formés par de simples épaississements de la peau; chez les larves, il échappe aisément aux regards, et c'est ce qui explique qu'il n'ait pas encore été signalé. Après la fixation, on le voit s'accroître pour former une partie de l'organisme adulte, il devient alors plus facile à distinguer.

Métamorphose.

J'ai déjà donné dans mon mémoire complet sur la métamorphose des Escharines une description complète à laquelle je renvoie; je me bornerai à répéter ici les traits principaux.

1° *Fixation par le pôle oral.* — Les premiers phénomènes de la métamorphose consistent dans la dévagination du sac in-

terne, le sac sort et se transforme en une plaque carrée à l'aide de laquelle s'effectue la fixation. Est-ce à dire qu'il faille considérer pour cela le sac comme n'étant qu'un organe adhésif appartenant en propre à l'organisme larvaire? C'est ce qu'il serait certes très téméraire d'affirmer; ce rôle d'assurer la fixation peut très bien être rempli par un organe destiné primitivement à d'autres usages et adapté temporairement à la fonction de ventouse. D'après moi, le fait que je viens de signaler ne prouve rien contre l'homologie précédemment signalée entre le sac interne des larves d'Escharines, l'organe bilobé des larves d'Entoproctes et la poche cloacale de la forme adulte.

Quoiqu'il en soit, on voit la face orale s'affaisser sur elle-même après la sortie du sac, de manière à former un petit boyau plus ou moins ratatiné qui relie la plaque adhésive au bord de la couronne.

2° *Retournement du manteau.* — Cette fixation par le pôle oral est accompagnée, comme chez les Entoproctes, d'un retrait du vestibule à l'intérieur de l'embryon; mais avec une variante qui tient uniquement à la différence de la structure des larves.

Chez les Entoproctes, le vestibule est tout formé et son enfoncement à l'intérieur de l'embryon ne nécessite par suite aucun changement; mais chez les Escharines, il n'en est pas de même : ici la face aborale a perdu la faculté de se refermer au-dessus de la face orale et de plus la couronne s'est accrue en arrière de manière à entourer la face aborale d'une espèce de manteau, formant de la sorte une cavité spéciale jouant le rôle d'antagoniste du vestibule et que j'ai appelée la cavité palléale.

On voit donc que l'enfoncement de la face orale à l'intérieur de l'embryon doit être précédé ici par un phénomène très important : *le retournement du manteau.* La larve quitte tout à coup la disposition spéciale qu'elle affectait chez les Escharines pour revenir à une forme plus voisine de celle des Entoproctes et dans laquelle la face aborale peut de nouveau se refermer au-dessus de tout le reste.

Quand le retournement du manteau se trouve effectué, la cavité palléale a complètement disparu; la larve ne consiste plus qu'en un simple sac formé entièrement par la face aborale qui est venue se resserrer autour des bords de la plaque adhésive.

A l'intérieur se trouve la cavité du vestibule bordée par la couronne et la face orale, cette dernière revenant sur elle-même vers le centre pour se continuer en un petit boyau qui traverse la cavité du vestibule et vient se relier à la plaque adhésive.

3° *Formation du Polypide et des globules opaques.* — La paroi tout entière du vestibule comprenant la couronne, la face orale (y compris l'organe prébuccal), et la partie supérieure de la plaque adhésive sont destinées à tomber en dégénérescence pour former l'épaisse masse de globules opaques qui tapisse plus tard toute la base de la loge; seuls, les deux petits épaississements en forme de bourrelets situés à ce stade vers le haut du vestibule échappent au processus de dégénérescence; ils s'accroissent pendant que tout le reste commence à s'atrophier et viennent se rejoindre *au-dessus du vestibule* pour former une masse unique d'un volume croissant et qui se porte ensuite vers la partie *supérieure et antérieure* de la loge future. En ce point elle rencontre un second rudiment né de l'invagination de la calotte et se confond avec lui pour former le polypide. Chez le *Lepralia ciliata*, l'invagination de la calotte donne naissance à tout le feuillet interne, épithélial du polypide; le rudiment issu de la paroi du vestibule fournit tout ce qui se rattache au feuillet externe musculaire.

Il me semble légitime de voir dans les deux parties du vestibule des larves d'Escharines (rudiment qui se détache de sa portion supérieure, et reste de la paroi destiné à tomber en dégénérescence) des parties correspondant aux deux grandes divisions supérieure, et inférieure du vestibule des Entoproctes, divisions dont la première forme de même le polypide, tandis que la seconde se résout en globules tout à fait comparables à la masse de globules des jeunes loges d'Escharines.

Quant à l'invagination de la calotte, je la considère comme homologue à l'épaississement labial des Entoproctes. Il y a donc en tous points correspondance complète.

Ainsi chez les Entoproctes comme chez les Ectoproctes, le polypide peut être considéré comme issu de la soudure des deux rudiments distincts, venant l'un de la face aborale de la larve, l'autre de la partie supérieure du vestibule de la larve et qui tendent à se réunir pour former le polypide. Chez les Entoproctes, le premier (épaississement labial) est petit et ne donne

naissance qu'à l'ouverture de la loge, et le second comprenant le tube digestif entièrement développé donne naissance à la presque totalité du polypide. Chez les Ectoproctes, c'est l'inverse qui a lieu, le premier (calotte) est le plus important et c'est lui qui forme la presque totalité du polypide; le second est relativement restreint et ne donne naissance qu'aux parties musculaires-connectives du futur polypide. Il n'y a rien de bien surprenant à cet empiètement variable des deux rudiments l'un dans l'autre; nous avons de même chez les Tuniciers une portion importante, les *tubes cloacaux*, placés à la limite de l'endoderme et de l'exoderme et fournis tantôt par l'un, tantôt par l'autre de ces feuillets.

Lepralia pallasiana. — Il n'est pas sans intérêt pour juger du degré de constance des phénomènes décrits chez le *Lepralia unicornis* d'examiner avant de passer à d'autres groupes une seconde espèce de la même famille. Voici à ce sujet les résultats que m'ont fournis l'étude scrupuleuse de *Lepralia pallasiana*, espèce de la même famille, mais d'un type bien distinct de celui de *Lepralia unicornis*.

Les seules différences que nous puissions observer ne commencent qu'à la fin de la métamorphose, au moment où la peau s'écarte des organes internes pour donner naissance au stade carré. On observe que chez *Lepralia pallasiana*, la masse graisseuse au lieu de conserver une forme de fer à cheval qui rappelle plus ou moins celle de la couronne, se confond en une plaque carrée qui entoure le rudiment de polypide. De plus, ce rudiment une fois constitué ne se sépare plus de l'amas de globules auquel il touche par sa partie postérieure.

Chez le *Lepralia unicornis*, nous avons trois états :

1° Les deux rudiments de polypide viennent se rejoindre de manière à former un cordon continu, de l'ouverture de la loge à la masse graisseuse.

2° Ils se concentrent en une petite masse suspendue à la peau.

3° Le rudiment, définitivement constitué, s'est allongé de nouveau jusqu'à la masse graisseuse.

Chez le *Lepralia pallasiana* (et je crois chez un bon nombre d'autres espèces) on passe directement de l'état 1 à l'état 3.

Tels sont les genres de variations que l'on découvre entre les

différents types, lorsque l'on ne sort pas du groupe des Escharines. Nous allons passer aux classes plus éloignées.

III. — Cellularines (*Bugula avicularia*).

Larve.

Les larves de Cellularines appartiennent au même type que les larves d'Escharines, mais chez quelques espèces, comme les Bugula avicularia, elles en diffèrent par un plus grand allongement des cellules de la couronne. Cet allongement fait que la *portion libre* de la face orale est réduite à un point dont on ne trouve pas d'exemples chez les Escharines, tandis que la portion *enclavée* a acquis une longueur extraordinaire et occupe presque toute la hauteur de la jeune larve.

De plus, la peau de la larve, qui, chez les Escharines, peut être considérée comme composée mi-partie de chacune des deux faces, est surtout formée ici par la couronne.

Métamorphose.

Cependant la longueur des cellules de la couronne n'influe pas ici sur la métamorphose, qui se fait absolument comme chez les Escharines, par retournement direct du manteau : il importe néanmoins de noter spécialement la forme particulière de la plaque adhésive et l'aspect de la calotte après la fixation.

1. *Plaque adhésive.* — La plaque adhésive n'a plus la même forme que celle que j'ai décrite chez les Escharines ; chez ces dernières, le sac interne de la larve contenait deux petits soulèvements symétriques, lesquels ne faisaient, après la fixation, que prononcer les angles de l'espèce de losange formé à cette époque par la plaque adhésive ; chez les Bugula, ces deux soulèvements symétriques se trouvent remplacés par un seul soulèvement plus volumineux, qui remplit presque toute la cavité du sac. Après la fixation, ce soulèvement forme un gros mamelon au bas de la plaque adhésive, ce qui fait que cette dernière paraît double, et formée de deux renflements superposés dont l'inférieur plus petit, dérive de la saillie interne du sac, et la supérieure plus grande, de sa paroi même.

2. *Calotte.* — La calotte colorée à l'aide du carmin, nous montre, principalement après la fixation, et d'une manière très

nette, sa partie essentielle composée d'un cercle de cellules radiaires placées sous la peau de la face aborale, et que je considère comme le premier rudiment du futur polypide, c'est ici que j'ai vu avec le plus de netteté la superposition des cellules de la peau au cercle constitué par les cellules rayonnantes ; le fait se présente ici avec une netteté suffisante pour couper court à toute espèce de doutes, et c'est pour ce motif que je le signale.

3. *Du second stade de la métamorphose.* — Le développement paraît s'écarter plus du type des Escharines dans le second stade de la métamorphose, à l'époque où la plaque adhésive (composée de ses deux renflements superposés) se soude avec la peau de la face aborale pour donner naissance à *un stade en forme de massue*, on voit alors toute la calotte s'enfoncer à l'intérieur d'une manière très brusque, et non pas graduelle comme cela avait lieu chez les Escharines, de plus elle pénètre bien plus profondément que nous ne l'avons vu dans le groupe qui précède ; avant de s'arrêter, avant même d'atteindre le cercle opaque formé par la couronne, elle traverse ce cercle, de sorte que bientôt, le rudiment de polypide se trouve situé sous la couronne ciliaire. Je n'ai malheureusement pas encore étudié les changements qui s'opèrent dans le rudiment de polypide pendant ce passage à travers le cercle formé par les cellules de la couronne ; il est probable que c'est à ce moment que s'opèrent les phénomènes qui correspondent à la rencontre des deux rudiments que nous avons signalée chez les Escharines.

C'est peu après ce stade en massue, dans lequel on voit le rudiment de polypide placé sous la couronne et à la partie postérieure, que la loge commence à se renfler pour donner naissance au stade décrit par les auteurs. Nous retombons ici dans les phénomènes connus.

IV. — Cténostomes (fig. 3 et 8).

Chez les Cténostomes et surtout chez l'espèce que j'ai prise pour type, la *Serialaria lendigera*, l'accroissement des cellules de la couronne est poussé à l'extrême, et avec lui toutes les conséquences qui en sont la suite. Les cellules de la couronne forment des côtes d'une grande longueur qui occupent la pres-

que totalité de la surface de la larve ; la face orale est presque entièrement *enclavée*, seuls les deux pôles sont occupés l'un par une petite calotte extrêmement réduite, l'autre par une portion libre de la *face orale*, réduite à des dimensions tout à fait rudimentaires. Enfin, et c'est là surtout le grand fait caractéristique des larves de Cténostomes : le sac interne est presque atrophié, il ne possède plus de cavité interne, et se trouve réduit à une petite masse pleine collée à la face interne du reste de la face orale.

Métamorphose (fig. 8).

Ce dernier caractère influe très largement sur la métamorphose des larves de Cténostomes ; en ce sens qu'on ne rencontre plus la dévagination du sac que nous avons observée chez les Escharines et les Cellularines, le tout se réduisant au retournement du manteau.

De plus, la longueur des cellules de la couronne, qui était restée sans effet dans la métamorphose des cellularines, influe ici grandement sur la marche des phénomènes, et produit un genre de retournement du manteau absolument différent de ce que nous avons vu ; chacune des grandes cellules qui constituent la couronne devant se reployer plusieurs fois sur elle-même avant de pénétrer à l'intérieur de l'embryon.

Voici comment se passe l'ensemble des phénomènes :

1° Toute la bande allongée que forme chez la larve, l'ensemble de la face orale réduite par la couronne, c'est-à-dire, la partie libre et arrondie qui entoure d'une manière directe le pôle oral, plus la partie enclavée dans la couronne, tout cela s'enfonce à l'intérieur de l'embryon, produisant une longue fente au-dessus de laquelle viennent se refermer les parties avoisinantes : ces parties sont ici exclusivement formées par les deux portions symétriques de la couronne qui se trouvaient comprises entre les deux divisions libre et enclavée de la face orale. Lorsque cette dernière s'est enfoncée à l'intérieur, ces deux prolongements symétriques de la couronne se renflent en deux gros lobes qui limitent la fente et qui sont formés par la partie antérieure-inférieure des cellules de la couronne dont les extrémités sont reployées sur elles-mêmes.

Ici, en l'absence d'un organe spécial, c'est ce semble, le

retrait assez brusque de la face orale qui agit à la manière d'un piston pour produire la fixation ; cette dernière s'effectue par les lobes saillants qui limitent en dessus la fente médiane, et la plupart du temps, par leur partie postérieure. La cavité V (fig. 8) à laquelle le retrait donne naissance, et que viennent limiter les deux lobes en question, constitue une première et importante cavité recouverte par les lobes *L* (fig. 8) : c'est celle qui représente ici le vestibule. Une seconde cavité périphérique aux lobes ne tarde pas à se former autour de la première, elle résulte du retournement de la couronne ciliaire qui vient se refermer au-dessus des deux lobes. Ce retournement ne se fait pas du tout de la même manière que celui du manteau chez les larves d'Escharines et de Cellularines : les cellules de la couronne au lieu de se retourner d'une seule pièce en prenant pour point fixe la ligne de jonction avec la face orale, s'enroulent sur elles-mêmes dans leur portion inférieure, pénétrant de la sorte d'une manière graduelle en dedans de l'embryon, tandis qu'en même temps, à la partie supérieure, toute la face aborale se déroule à mesure, en sortant peu à peu de la cavité palléale. Il y a en un mot enroulement graduel de la couronne vers le dedans, accompagné du déroulement de la face aborale vers le dehors ; c'est un genre particulier de retournement du manteau, et qui aboutira aux mêmes résultats que le retournement plus brusque des Escharines, mais en passant par des stades absolument différents.

Nous voyons de plus, que chez les Cténostomes, la portion destinée à se résoudre en globules et formée en majeure partie par les cellules de la couronne, n'aura pas, comme chez les Escharines et les Cellularines, la forme d'un anneau creux, d'un tore entourant toute la cavité du vestibule, mais se compose de deux parties distinctes, une portion *enveloppante* et une portion *enveloppée*, cette dernière renfermant seule la cavité du vestibule. Au début, la portion enveloppée ne consiste absolument que dans les deux gros lobes qui limitent la fente de la face orale, mais plus tard, et à mesure que la portion enveloppante s'accroît par enroulement en dedans des grandes cellules de la couronne, on voit la portion des mêmes cellules déjà pénétrée à l'intérieur et formant le fond de la cavité périphérique, s'enrouler de nouveau, mais en sens contraire, de ma-

nière à venir s'adjoindre aux lobes du centre qui reçoivent de cette façon, un grand accroissement. Finalement, les longues côtes qui formaient la couronne, se trouvent divisées en deux parties presque égales : une partie enveloppée ne faisant qu'une avec les lobes, et une enveloppante formée par les parties supérieures de la couronne.

En somme, toutes les cellules de la couronne ciliaire se trouvent reployées deux ou trois fois sur elles-mêmes, ce qui donne à la masse formée par leur réunion un aspect très complexe et difficile à débrouiller.

A la fin de cette période de la métamorphose, la masse constituée par toute la couronne invaginée se trouve située vers le fond de la loge dont elle occupe la partie postérieure et inférieure (en conservant la même orientation que chez la larve), l'embryon tout entier a l'aspect d'un sac arrondi, non point aplati comme chez les Escharines, mais des plus uniformes, et à peu près sphérique, on peut cependant continuer à y distinguer le point de fermeture de la face aborale en dessous et le point occupé par l'extrémité de la calotte.

C'est dans l'espace laissé libre par la masse de la couronne invaginée, c'est-à-dire dans la portion *antérieure et supérieure* de l'embryon (orientation de la larve) que se formera le polypide. Je n'ai malheureusement pas pu suivre ici d'une manière aussi détaillée que chez les Escharines, la question importante de l'origine du polypide, néanmoins, je puis établir un point important, c'est qu'il n'existe pas d'invagination comparable à l'invagination de la calotte des Escharines et Cellularines; cela tient sans doute à la réduction déjà très grande de cet organe chez les larves de Cyclostomes; cette réduction continue pendant les premiers stades de la métamorphose, de sorte qu'au moment où la couronne est pénétrée à l'intérieur, on ne peut guère plus qu'indiquer la place de la calotte qui semble avoir entièrement disparu.

Malgré cela, il m'a souvent semblé voir vers la partie supérieure-postérieure de l'amas de la couronne, à la place qui correspond à la calotte, une masse cellulaire que je serais tenté de regarder comme issue des cellules qui formaient l'organe central de la calotte, Cette masse cellulaire m'a semblé former la partie essentielle du futur rudiment de polypide, cependant,

il m'est quelquefois arrivé de rencontrer un second rudiment plus petit faisant pour ainsi dire pendant au premier, et situé à la partie inférieure et antérieure de l'amas des cellules de la couronne. Peut-être avons-nous là deux parties comparables aux deux rudiments décrits chez les larves d'Escharines. Cette partie de mes recherches est encore incomplète.

V. — Cyclostomes.

Mes nouvelles recherches sur les Cyclostomes entreprises cette fois spécialement dans le but de m'occuper des phénomènes de la métamorphose ont toutes été faites dans la Méditerranée, si riche en diverses formes de Cyclostomes et particulièrement à Villefranche. Les deux principaux types dont je me suis occupé sont les Frondipores et les Discopores, les premiers remarquables par la grosseur de la larve qui se prête on ne peut mieux à l'observation et sur laquelle il est facile de faire des coupes, est malheureusement difficile à se procurer en grande abondance; les seconds sont communs à Villefranche, autour de la darse; leurs larves sont petites et assez médiocres pour l'étude de la fixation, mais elles ont le mérite d'appartenir à un type particulier qui se rapproche beaucoup du type des Chilostomes et peut parfaitement servir d'intermédiaire pour comparer entre elles les larves de ces deux grands groupes; celles des Frondipores ne diffèrent en rien du type ordinaire que j'ai déjà décrit.

Larve.

Lorsqu'on ouvre l'ovisac jeune d'un Cyclostome quelconque on le trouve rempli de petites morulas dont la taille varie depuis les dimensions les plus exiguës jusqu'à celles d'une blastula assez grande et bien constituée. J'avais cru, en étudiant les petites morulas, trouver que ces dernières se formaient directement à l'aide d'une série de plans de segmentation passant tous par le centre de l'œuf primitif comme cela a lieu pour de nombreux animaux où la segmentation donne directement naissance à un stade à une seule couche de cellules rayonnantes.

1° L'étude approfondie de ces stades les plus jeunes m'a montré qu'il n'en était pas ainsi; la segmentation ne ressemble

en rien au type signalé dans les lignes qui précèdent. Dès les premiers stades les sphères vitellines glissent les unes sur les autres de manière à former une espèce de gastrula par épibolie et l'on ne tarde pas à rencontrer des stades d'un volume extrêmement exigu et déjà composés d'une couche exodermique et d'une masse endodermique libre dans son intérieur. La masse endodermique s'atrophie rapidement et l'on arrive à une petite blastula qui succède non pas à un stade composé de cellules radiaires dans lequel se forme une cavité centrale, mais qui est issu, au contraire, d'une vraie gastrula née par épibolie dans les premiers stades de la segmentation et dans laquelle la masse endodermique est déjà disparue.

2° C'est alors que commence le grand accroissement qui transforme la petite blastula que l'on connaît (pseudo-blastula) ne une grande et spacieuse blastula qui s'imagine de manière à donner naissance à un stade qui rappelle à s'y méprendre une archigastrula. La portion invaginée qui se produit ainsi n'a rien de commun avec l'endoderme; elle représente le sac qui existe de la même façon que chez les Escharines et se forme de même par invagination.

3° Après la gastrula (pseudo-gastrula) l'exoderme se divise en une partie épaisse et une partie amincie, la première occupant la moitié de l'embryon qui entoure l'ouverture du sac à l'extérieur se compose de longues cellules cylindriques ciliées à la surface et représente la face orale; la seconde occupant la moitié opposée est formée de cellules plus larges et très minces et non ciliées, elle représente la face aborale.

4° Pour passer de là à la larve complète, on voit toute la face aborale à cellules plates s'enfoncer brusquement à l'intérieur de l'embryon de manière à former une cavité palléale entièrement recouverte par la face orale.

Chez les larves écloses, la partie médiane de la face aborale est saillante à l'intérieur de la cavité palléale, de manière à former l'homologue de la calotte; mais cette calotte moins bien indiquée d'ailleurs que chez les Chilostomes, ne fait jamais saillie hors de la cavité.

De même le fond du sac se soulève ici comme chez les Cellularines en une sorte de papille qui remplit plus ou moins toute la cavité.

Les larves des Discopores sont remarquables en ce que l'aspect général est le même que celui des larves des Chilostomes; leur forme générale est plus ou moins discoïde et leur partie postérieure renflée par le sac est beaucoup plus épaisse que leur partie antérieure; cette dernière, aplatie, forme au milieu une très faible dépression en forme de fente allongée bien visible surtout après la fixation; nous avons donc ici comme un dernier vestige bien faible en vérité, mais encore perceptible de l'organe pyriforme des larves de Chilostomes.

Par contre, nous ne voyons chez les larves de Discopores (pas plus que chez les autres des types de Cyclostomes) aucune trace de couronne ciliaire, mais cette différence n'est pas fondamentale; nous pouvons regarder les cellules de la couronne comme produites par l'accroissement de la dernière rangée des cellules du bord de la face orale. Accroissement qui peut exister ou non sans porter atteinte aux grands traits de structure. La segmentation nous montre que ces cellules se forment aux dépens de la moitié aborale de l'œuf, mais l'étude des phénomènes de la métamorphose prouve qu'elles se rattachent manifestement à la face orale dont nous avons tous droits de la considérer comme constituant la limite. Si des larves de Discopores nous passons aux larves des types ordinaires, telles que celles des Frondipores, Crisies, Tubulipores, nous verrons qu'il s'est produit un changement analogue à celui qui a lieu des Escharines aux Bugula, c'est-à-dire que la partie antérieure de la face orale a quitté le pôle oral pour devenir verticale (se reporter à l'enclavement de la portion antérieure de la face orale dans la couronne). Par suite de ce changement la larve perd son aspect discoïde pour prendre celui d'un petit cylindre constitué en entier par la face orale, et percé à chaque extrémité par une ouverture; l'ouverture supérieure donne accès dans le sac, l'ouverture inférieure dans la cavité palléale; c'est le type que j'ai dessiné dans mon premier mémoire.

Métamorphose.

Elle ressemble beaucoup à celle des Escharines.

1° Le sac se dévagine pour donner d'abord naissance, comme chez les Cellularines, à une plaque à deux mamelons mais qui

s'égalise bientôt pour ne plus former qu'une seule plaque arrondie à l'aide de laquelle s'opère la fixation.

2. En même temps a lieu la sortie de la face aborale en dehors de la cavité palléale, phénomène qui se fait, comme la dévagination du sac, avec une certaine rapidité; on voit d'un même coup les dévaginations (dévagination du sac et dévagination de la face aborale) s'opérer aux deux pôles de la larve, tandis que la face orale qui relie ces deux pôles conserve d'abord à peu près la même longueur.

3. Enfin, la face orale s'enroule sur elle-même de manière à donner naissance à un tore à peu près semblable à celui des Escharines. Par ce processus, le bord de la face aborale se trouve amenée en contact avec la plaque adhésive, et la loge se trouve complètement fermée. L'incrustation calcaire de sa surface est précédée comme chez les escharines, par la sécrétion d'une enveloppe cuticulaire dont la formation commence ici de très bonne heure, et sitôt après la dévagination de la face aborale.

4. Le tore constitué par la face orale et la portion supérieure de la plaque adhésive est destiné comme chez les Escharines, à entrer ensuite en dégénérescence pour constituer la masse de globules opaques; de plus, la partie essentielle du polypide est également formée par l'invagination du sommet de la face aborale (représentant la calotte).

5. L'aspect d'un disque aplati que prend d'abord la jeune loge des Cyclostomes, se présente très rapidement après que le bord de la face aborale est venu se mettre en contact avec la plaque adhésive. Elle conserve longtemps sa forme circulaire dont le rudiment de polypide occupe exactement le centre. Ce rudiment présente peu après l'invagination de la calotte (qui se fait en droite ligne, et non obliquement comme chez les Escharines) ses deux couches distinctes, mais je ne puis dire quelle est l'origine de la couche externe, musculaire. Un fait remarquable, et qui montre que les Cyclostomes se sont détachés plus tôt du type ancestral et sont d'existence plus ancienne que les Chilostomes (1), est que le rudiment complet

(1) C'est sans doute pour cela que leurs larves présentent une réduction des organes internes plus grande que celles des Chilostomes (voir la filiation des larves dans la conclusion); les deux faits se confirment et se prêtent un mutuel appui. Tout le monde sait aussi que les Cyclostomes sont beaucoup plus répandus dans les couches

du polypide conserve assez longtemps (pendant tout le stade de loge discoïde) sa structure arrondie, composée de deux demi-sphères concentriques, et suspendues à la place où se trouvait la calotte. Ce n'est que plus tard, à l'époque où la loge perd sa symétrie radiaire pour prendre une structure bilatérale, que le rudiment se façonne en un petit sac fermé, à double paroi, comme chez les Chilostomes. L'époque de ce changement coïncide avec celle où le tore interne s'échancre d'un côté pour prendre une forme en fer à cheval; changement qui se trouve lui-même lié avec l'apparition du premier indice du tube vertical de la loge définitive. La formation de ce tube débute par un soulèvement de la partie antérieure de la loge discoïde. Mentionnons en terminant, que la collerette transparente dont est munie la base de la loge discoïde, se produit aux dépens de la plaque adhésive dont elle représente la partie cuticulaire.

VI. — Lophopodes.

Les faits que j'ai décrits pour les espèces qui précèdent, nous amènent à donner une interprétation neuve des faits déjà acquis au sujet des Bryozoaires d'eau douce (embryogénie de l'Alcyonelle) faits qui permettent déjà, malgré leur état encore incomplet, de les rattacher de près aux formes marines et de leur assigner une place bien définie.

1. *Larve.* — Le développement connu est des plus simples : 1° il se forme d'abord une blastula, au milieu de laquelle (2°) apparaît un repli qui s'élève au-dessus de l'une des deux moitiés, de manière à l'envelopper d'une manière complète. Enfin (3°) sur la partie ainsi enveloppée bourgeonne à l'intérieur un jeune polypide.

Il me semble hors de doute d'après ce qui précède (surtout si l'on se reporte au développement des Cyclostomes) que cette blastula est une *pseudoblastula*, et le repli annulaire le *manteau de la larve.* La moitié recouverte, ainsi que le feuillet interne du manteau représentent la *face aborale;* la seconde moitié

géologiques que les Chilostomes et qu'ils dominent surtout dans les terrains les plus anciens. L'étude de la structure de la larve, de la formation de la loge, et la paléontologie nous donnent des résultats tout à fait concordants et concluent à l'ancienneté du groupe des Cyclostomes.

jointe au feuillet externe du manteau représente la *face orale* qui forme ici la peau comme chez les Cyclostomes. Enfin, le sommet de la moitié recouverte, qui donne naissance au polypide par bourgeonnement interne, représente la *calotte*.

Métamorphose. — L'étude de la métamorphose confirme ces homologies : la larve se fixe en effet par le pôle oral, c'est-à-dire par l'extrémité opposée à l'ouverture qui mène dans la cavité palléale.

Ensuite s'effectue le retournement du manteau, à la suite duquel toute la face aborale sort de la cavité palléale pour former la peau de la loge, tandis que la face orale est entièrement recouverte, de manière à former une épaisse masse interne qui entre bientôt en dégénérescence pour former une masse de globules comparable à celle que nous connaissons chez les autres Ectoproctes. Rien dans ces phénomènes, qui ne s'accorde absolument, avec ce que j'ai décrit chez les espèces marines.

En résumé, les larves de Bryozoaires d'eau douce, se distinguent seulement par trois grands caractères : 1° l'absence de couronne ciliaire, remplacée par un revêtement ciliaire général ; 2° l'absence de masse endodermique ; 3° l'absence de sac interne. Les deux premiers caractères lui sont communs avec les larves de Cyclostomes, le troisième leur est propre ; néanmoins les Cténostomes nous présentent, dans le groupe des Chilostomes, un exemple analogue de réduction du sac, réduction très complète sinon totale comme chez les Lophopodes. Nous voyons donc que les Bryozoaires d'eau douce ne nous présentent dans leur développement, aucun phénomène important avec lequel l'étude des types marins ne nous ait déjà rendus familiers.

Remarquons en passant que les grandes ressemblances des larves de Lophopodes et de Cténostomes avec celles des Cyclostomes et de Chilostomes, paraissent autoriser une répartition des Ectoproctes en deux grandes divisions : 1° Cyclostomes-Lophopodes ; 2° Chilostomes-Cténostomes.

Conclusions.

Caractères de la larve. — Filiation des larves. — Étant fait abstraction des organes accessoires, nous pouvons chercher à

donner des principaux types larvaires, une représentation purement schématique, en réunissant en eux les parties essentielles, et que l'étude détaillée de la métamorphose nous ont montré comme jouant le rôle le plus important. Nous trouverons alors qu'une larve de Bryozoaire se compose essentiellement de cinq parties principales :

1° La face aborale, ou la peau de la loge *A ;*

2° La partie périphérique *O* de la face orale, avec la couronne qui n'en est que le bord, destinée à former la masse de globules qui remplit la jeune loge, et sans doute originairement, le reticulum connectif de la cavité générale ;

3° La poche incubatrice (1) avec la partie centrale de la face orale destinée à former l'espace intra-tentaculaire ;

4° L'intestin (2) ;

5° Le rudiment de polypide (3), portion qui préexiste déjà chez les larves où il forme assez généralement un organe spécial appelé la *calotte*, et prend une part variable à la formation du polypide, tantôt, ne formant que l'ouverture de la loge (Entoproctes) tantôt constituant le polypide presque entier.

1° *Entoproctes.* — La figure 1 nous représente la disposition de ces cinq parties chez les larves d'Entoproctes ; c'est ici qu'elles affectent la disposition la plus voisine de celle qu'elles auront chez l'adulte. Déjà la face aborale y forme la peau de la larve, et la face orale y est rétractile et susceptible de se refermer en vestibule ; il suffit d'une rotation des organes n[os] 1 et 2, poche incubatrice et intestin, quittant le vestibule pour venir se mettre en relation avec l'organe n° 3, (l'épaississement labial des larves d'Entoproctes) pour passer de la forme larvaire à l'adulte. Toutes les cinq parties sont bien représentées et occupent la disposition la moins éloignée possible de celle qu'elles doivent présenter chez l'adulte.

2° *Chilostomes.* — Dans la figure 2, il en est autrement, la couronne s'est accrue vers le pôle aboral, s'élevant au-dessus de la face aborale, et donnant ainsi naissance à une nouvelle cavité ; la *cavité palléale.* En même temps, la face orale a perdu le pouvoir de se rétracter à l'intérieur en forme de vestibule. On peut déjà prévoir qu'il y aura nécessité de plus grands changements dans la métamorphose. Chez les Entoproctes, il suffit pour passer au premier état qui suit la fixation, que la larve se repose

sur le bord de la couronne, ici un changement plus grand est nécessaire, il faudra avant d'arriver au stade correspondant qu'il se produise d'abord un phénomème préalable qui consiste dans le *retournement du manteau.*

Les trois parties internes (sac, intestin, calotte), sont bien présentes, mais le second est entré en dégénérescence et ne consiste plus qu'en une masse de globules où on ne distingue plus d'organisation.

3° *Ctenostomes* (fig. 3). — Le type représenté par les larves d'Escharines est arrivé à son entier développement chez les Ctenostomes : ici, la cavité palléale est devenue énorme, et les cellules de la couronne forment de longues côtes qui occupent presque toute la peau de la larve; cette dernière ne représente plus qu'une espèce de petit baril formé en entier par les côtes de la couronne, et à chaque bout duquel apparaît ce qui reste des deux faces orale et aborale primitives. Les trois parties internes sont comme chez les larves d'Escharines, cependant, on constate de plus que le sac s'est réduit à des dimensions tout à fait rudimentaires, et qu'il est évidemment en voie de disparition.

4. *Cyclostomes.* — La figure 4 est une larve de Cyclostome : la couronne fait défaut dans tout ce type larvaire, mais la face orale, dont elle n'est que la limite, a continué à s'accroître vers le pôle aboral, jusqu'à venir se refermer tout à fait au-dessus du sommet de la face aborale. Ici se trouve porté à sa plus haute expression le processus que nous avons vu s'accentuer de plus en plus à partir des Entoproctes et par suite duquel la face orale d'abord renfermée à l'intérieur d'une cavité (le vestibule) et entièrement recouverte par la face aborale, empiète graduellement, de plus en plus, à l'extérieur, jusqu'à former à elle seule toute la peau externe, refoulant à son tour la face aborale à l'intétérieur d'une cavité : la cavité palléale. Chez les types les plus différenciés du groupe des Chilostomes et des Cténostomes nous avons vu déjà que la face aborale était presque en entier enfoncée à l'intérieur (fig. 3), néanmoins, chez ce type, le sommet de cette face, qui constitue l'organe appelé la *calotte*, ne cesse jamais de faire saillie au dehors, et n'est jamais recouvert par les cellules de la couronne. Chez les Cyclostomes, il en est tout autrement, la cavité palléale à son maximum d'exten-

sion, se transforme en une cavité fermée,et la face orale se referme complètement au-dessus de la face aborale invaginée.

Comme organes internes, nous trouvons le sac, très bien développé et assez comparable à ce que nous avions chez les Escharines ; l'épaississement de la calotte existe également, mais nous constatons la disparition complète de la masse vitelline des deux types précédents ; l'intestin, très bien développé chez les larves d'Entoproctes, réduit à une masse de globules chez les larves de Chilostomes et Ctenostomes, disparaît complètement chez les larves de Cyclostomes.

Dans son ensemble, la larve se compose d'un sac entièrement cilié et percé à chaque pôle par une simple ouverture, très dilatable, mais à peine visible quand elle est fermée, ce sac est formé en entier par la face orale. L'ouverture supérieure (orale) conduit dans le sac interne (1), l'ouverture inférieure (aborale) dans la cavité palléale. On voit que le phénomène de retournement du manteau devra produire ici une transformation plus complète encore que chez les larves d'Escharines ; les larves de Cyclostomes ont, plus encore que ces dernières, divergé de la disposition primitive (Entoprocte) plus voisine de celle qui se trouve chez l'adulte.

5. *Lophopodes.* — Les larves de Lophopodes sont aux larves de Cyclostomes ce que celles des Cténostomes sont aux Chilostomes : elles ressemblent à des larves de Cyclostomes dont le *sac* serait complètement disparu. Cette disparition est seulement plus complète que celle que j'ai signalée chez les larves de Cténostomes : le sac est supprimé sans laisser aucune trace. Ainsi, des trois parties signalées à l'intérieur, on n'en retrouve plus qu'une seule : le n° 3 qui forme à elle seule le polypide tout entier. Le reste de la structure est comparable aux Cyclostomes, comme chez ces derniers la face orale forme la totalité de la peau, et se trouve refermée d'une manière complète au-dessus de la face aborale invaginée.

Le tableau suivant qui réduit à trois grands types les différentes formes de larves de Bryozoaires montrera, en résumé, ces différents caractères :

Entoproctes	Prédominence de la face aborale. Vestibule au maximum. Intestin bien formé.
Chilostomes et Ctenostomes (sac réduit)	Prédominence de la couronne. Cavité palléale. Intestin réduit à une masse de globules.
Cyclostomes et Lophopodes (sans sac)	Prédominence de la face orale. Cavité palléale au maximum. Intestin disparu.

Si d'abord nous nous plaçons au point de vue des seules formes larvaires, il semble qu'il y ait ici un caractère essentiel, basé sur l'antagonisme des deux grandes cavités qui occupent chaque pôle, et en dernière analyse, sur le plus ou moins grand *développement du manteau*. C'est, suivant l'extension de ce dernier que chacune des deux faces dont se compose l'embryon peut être tour à tour enfermé à l'intérieur (face orale invaginée en vestibule, ou face aborale invaginée en cavité palléale), ou former la totalité de la peau de la larve ; de plus, nous constatons que là où se rencontre le cas d'*extension moyenne du manteau* (2), se trouve également l'état de disparition incomplète de l'intestin (seulement remplacé par une masse de globules), tandis que au cas d'extension maximum correspond la disparition complète de l'intestin. En un mot, il semble, dans une certaine mesure, que nous ayons là un caractère essentiel, auquel tous les autres paraissent subordonnés, et qui permet de répartir toutes les formes larvaires en une seule série, en même temps progressive au point de vue de l'extension du manteau, et décroissante au point de vue du développement des organes internes.

Maintenant, si nous nous plaçons à un point de vue plus général, embrassant d'un coup d'œil le développement tout entier, nous verrons que ce caractère de *développement du manteau* bien que servant à établir la filiation des larves, n'a cependant pas une importance considérable au point de vue du développement pris dans son ensemble, puisque toutes les formes de larves, à quelque type qu'elles appartiennent, se trouvent invariablement ramenées au même type par les pre-

miers changements qui suivent la fixation, type commun dans lequel toute trace de manteau disparaît pour faire place à un stade dans le lequel la face orale est enfoncée en vestibule, et la face aborale étalée en tégument.

Conclusion. Nous ne devons voir : 1° dans le développement du manteau chez les larves de Bryozoaires, ainsi que 2° dans la réduction d'organes internes qui l'accompagnent, et même : 3° dans l'existence même de ce manteau, qu'une série de caractères *purement adaptatifs*, et qui, bien que fort importants pour la répartition des larves de Bryozoaires en une série naturelle, n'appartiennent nullement au développement normal, et ne sont que des produits de la vie à l'état libre, depuis l'éclosion de la larve jusqu'à la fixation.

Tout cela est démontré : 1° par le fait important que les larves d'Entoproctes (qu'on doit, comme tout l'indique, considérer comme forme ancestrale) sont de toutes, les *moins éloignées* de la forme adulte ; 2° par le fait qu'à partir de cette première forme, nous pouvons maintenant suivre d'une manière graduelle les modifications des différentes autres formes ; enfin, 3° par le fait que pour toutes ces autres formes, les premiers phénomènes de la métamorphose consistent en un retour, non à un état de cystide, mais à une disposition analogue à celle des larves d'Entoproctes, plus voisine de celle de la forme adulte, car c'est là la signification qu'il faut attribuer au phénomène important du retournement du manteau, avec disparition de la cavité palléale, et reconstitution de la cavité du vestibule.

La marche régulière du développement consisterait dans la transformation directe en adulte, d'un organisme semblable à une larve d'Entoprocte, le reste, c'est-à-dire tout ce qui vient changer le type larvaire d'Entoprocte, pour donner naissance aux autres types larvaires que j'ai décrits, ne forme que des phénomènes purement adaptatifs, perturbateurs de la marche régulière de l'embryogénie, et acquis pendant la durée de la vie à l'état libre.

Mécanisme de la transformation. — Caractères de l'adulte.

Proposons-nous maintenant d'arriver à nous former une idée générale de la manière dont se façonne l'état adulte à partir du stade commun qui suit la fixation ; là seulement nous trouve-

rons la réponse à la question que nous nous étions posée en commençant : *Relier les deux formes successives* (larves, adulte) *de l'embryogénie*, et surtout *apprécier la structure de l'adulte d'après les données de l'embryogénie.*

Il n'est pas difficile de ramener au même type les deux modes principaux que nous avons décrits à propos du passage de la larve à l'adulte, chez les Entoproctes et les Ectoproctes. Le premier phénomène consiste, de part et d'autre, dans l'enfoncement de la face orale en dedans de l'embryon, accompagné de l'extension de la face aborale qui s'étale de manière à former toute la peau qui donnera naissance à la loge définitive.

Nous voyons ensuite que la face orale entièrement invaginée à l'intérieur de l'embryon se divise en deux parties complètement différentes, dont l'une reste adhérente à la base de la loge, tandis que la seconde se porte vers le haut pour se mettre en relation avec une invagination spéciale de la face aborale (invagination de la calotte chez les Ectoproctes, épaississement labial chez les Entoproctes) et constituer avec elle le futur polypide.

Chez les Entoproctes, cette seconde partie ou division supérieure du vestibule est très développée, elle se compose de la portion médiane de la face orale qui porte la poche incubatrice, et à laquelle se trouve suspendu l'intestin; elle forme à elle seule le polypide presque entier, tandis que l'invagination de la face aborale ne donne guère naissance qu'à l'ouverture de la loge. Chez les Ectoproctes, il en est autrement : la partie supérieure de la paroi du vestibule ne consiste au contraire qu'en une petite masse cellulaire qui vient entourer la portion principale du polypide dont elle ne formera que les annexes musculo-connectives; la partie essentielle ou feuillet épithélial du futur polypide est ici fournie d'une manière complète par l'invagination de la face aborale. En somme, nous voyons que de part et d'autre, le polypide se forme par la réunion de deux rudiments d'origine fort distincte, chacun de ces rudiments empiète l'un sur l'autre, de manière à ce que tantôt l'un, tantôt l'autre, joue le rôle essentiel pour former le polypide. Cela ne prouve rien contre la concordance générale qui existe d'ailleurs dans l'ensemble des phénomèmes; nous avons déjà rappelé que chez les Ascidies, l'on voit de même une portion des plus importantes : la poche cloacale, située entre les deux feuillets pri-

mitifs, et formée tantôt par l'un, tantôt par l'autre de ces feuillets. Il faut d'ailleurs noter que, chez les Ectoproctes, le grand développement de l'invagination de la calotte et la part prédodominante qu'elle prend à la formation du polypide dépendent aussi certainement en grande partie de la dégénérescence de l'intestin qui, elle-même, est la suite de l'état larvaire. Chez la plupart des types, on voit du reste la masse de globules qui représente le tube digestif de la larve, venir se souder à l'extrémité cœcale du polypide, de manière à prendre également part à sa formation.

La partie inférieure du vestibule y compris la couronne qui en fait partie, entre chez les deux types, en dégénérescence, de manière à former l'épaisse masse de globules qui joue un si grand rôle dans l'embryogénie des Chilostomes. Il semble néanmoins, comme cela est sensible surtout chez les Entoproctes, que le rôle primitif de cette partie inférieure soit de donner naissance à un réticulum connectif qui remplit toute la cavité du pédoncule et que je crois pouvoir considérer comme l'homologue du funicule des autres Bryozoaires. Il me semble probable que toute la face orale, devrait chez le type ancestral, être considérée comme divisée en trois parties : 1° la partie supérieure, destinée à former la chambre tentaculaire, et dans laquelle viendraient chez les types en question, déboucher, en dessous le tube digestif, et en dessus l'invagination de la face aborale destinée à former l'ouverture de la loge ; 2° la glande du pied formée par la couronne ; 3° la partie intermédiaire : le bord du vestibule, réduit à un cordon reliant la glande avec le polypide, entièrement formé de cellules connectives, et représentant chez les Ectoproctes, le funicule et chez les Entoproctes, le réticulum connectif du pédoncule.

Si nous essayons d'après ces données de construire un type général de Bryozoaire adulte, nous verrons qu'il y a lieu d'y distinguer trois faces : 1° le *pied* correspondant au pôle oral ; 2° la *face frontale* correspondant à la face qui répond à la bouche (fig. 6, 7, 8, Fr), et la *face tergale* correspondant à l'anus (fig. 6 à 8, Tg), ces deux dernières faces faisant toutes deux parties de la *face aborale* qui forme la peau entière.

Chez les Entoproctes, ces trois faces distinctes se retrouvent aisément, et la figure 6 dans laquelle j'ai d'ailleurs indiqué

avec soin la séparation en calyce et pédoncule, laissera apercevoir au premier coup d'œil la distinction de ces trois grandes divisions.

Chez les Ectoproctes, la disposition primitive me paraît être celle dans laquelle la loge se trouve développée dans le sens de la hauteur, comme les Sérialaires, les Bugula, etc.; dans ces formes (fig. 8) on distingue aussi très nettement les trois faces, *du pied* (*Ped*), *Frontale* (*Fr*) et *Tergale* (*Tg*). Enfin, chez les formes étalées en une plaque, comme les Escharines, et la majorité des Chilostomes, on peut à la rigueur faire la même distinction comme je l'ai montré dans la figure 7. Il est même à noter, que chez ce dernier type, c'est la face tergale dont l'accroissement donne presque toujours naissance au premier bourgeon (1).

Reste cependant un fait que je ne puis expliquer et que montrent la série des figures 6, 7, 8 : tandis que chez les Entoproctes, les faces *frontale* et *tergale* correspondent aux faces *postérieure* et *antérieure* (c'est-à-dire de sens contraire) de la larve, nous voyons au contraire, que chez les Ectoproctes, les faces frontale et tergale correspondent aux faces de même nom, la *frontale* à l'*antérieur*, et la tergale à la postérieure (2). Les figures 6, 7, 8, montrent bien cette différence; c'est une anomalie que je ne puis expliquer, à moins que l'on admette que l'organe pyriforme (fig. 7, 8, *ant*) considéré jusqu'ici comme

(1) Dans une multitude de groupes, les termes *ventral* et *dorsal* ont été la source de confusion et d'ambiguités sans fin; dans les Bryozoaires, pour ne prendre qu'un exemple. Les auteurs qui donnent le nom de face ventrale à la face appliquée contre terre comme pour la reptation, regarderont la face fixée (*ped*, fig. 6, 8) comme ventrale et la face libre comme dorsale; au contraire ceux qui regardent comme ventrale la face sur laquelle s'ouvre la bouche, regarderont comme ventrale la face libre, et comme dorsale la face fixée. Les deux espèces d'interprétation se sont déjà produites, sans qu'aucune des deux satisfasse l'esprit, car les deux caractères (application contre terre et existence de la bouche) sont justement employées pour caractériser la face ventrale. On évite ces ambiguités et on se conforme en même temps à toutes les exigences morphologiques et physiologiques, en appelant *orale* la face fixée et *aborale* la face libre, cette dernière se divisant de nouveau en frontale (portant la bouche) et tergale (faisant face à l'anus).

(2) Si l'on suppose que dans la figure 6, le tube digestif tourne d'un demi-cercle, de manière que ses ouvertures anale et buccale soient dirigées vers le bas, on verra que la bouche viendra se superposer à l'organe subbucal *ant*. Si l'on fait la même opération pour les figures 7 et 8, on verra que c'est l'anus qui vient se superposer à la masse prébuccale *ant*. C'est en cela que réside le défaut de concordance que je ne puis expliquer.

désignant la partie antérieure au sens morphologique (c'est-à-dire correspondant à l'appendice subbucal (fig. 6, *ant*) des larves d'Entoproctes, correspond au contraire à la partie postérieure, ce qui certainement paraît au moins douteux, bien qu'il n'y ait pas peut-être impossibilité démontrée?

Signification de la métamorphose.

Le tableau que nous avons donné des formes larvaires nous met en droit de considérer la figure 1, la larve d'Entoprocte, comme représentant la forme ancestrale du groupe tout entier. Nous y avons en effet ramené toutes les larves, en montrant par quelle série de modifications, de cette forme primitive, se formaient tous les autres types que l'on connaît; nous avons vu que la larve d'Entoprocte possédait l'organisation la plus complète de toutes, et que dans toutes les autres formes, le type primordial avait été altéré.

D'autre part l'étude de la métamorphose nous a montré qu'il existe en somme deux grands types de transformation de la larve en adulte, types qui présentent en gros les mêmes phénomènes, mais d'une manière plus explicite dans le premier. En un mot, le développement des Ectoproctes peut être considéré comme type dilaté (palingénésique) et ancestral de l'embryogénie, tandis que celui des divers Ectoproctes représente au contraire la forme condensée (cœnogénésique) et dérivée.

Ainsi, si nous voulons nous demander maintenant quelle signification l'on doit attribuer au mode de développement précédemment exposé, nous ne pourrons mieux faire que de prendre pour base d'une manière exclusive le développement des Entoproctes, puisque c'est là ce qui sert de point de départ à tout le reste. Un type idéal basé sur un mélange des caractères essentiels observés chez les divers types, ne nous présenterait qu'une espèce de moyenne entre les caractères des différentes familles; les larves d'Entoproctes représentent au contraire le type primitif dont dérivent tous les autres, et c'est là ce qu'il nous faut si nous voulons estimer la nature des phénomènes de l'embryogénie, et arriver à des comparaisons avec les groupes voisins.

Sans vouloir rien préjuger sur la parenté qu'il convient d'at-

tribuer aux Bryozoaires, remarquons (ce que personne ne pourra nier) que dans toute l'étendue de l'embranchement des *vermes*, les Bryozoaires sont peut-être les seuls, avec les Rotifères, dans lesquels la disposition *télostomienne* se manifeste d'une manière bien constante dans le groupe entier, soit pendant la durée du développement, soit à l'état adulte. On peut dire, en se plaçant à un point de vue général, que les Bryozoaires, ainsi que les Rotifères sont des organismes *construits suivant le plant télostomien*, c'est-à-dire, dans lesquels la division du corps rappelle la division primitive de la gastrula, avec pôle oral, et pôle aboral. Ce sont, semble-t-il, les deux seuls groupes des vermes où cette disposition demeure aussi permanente.

De plus, chez les Bryozoaires primitifs (Entoproctes) comme chez les Rotifères, la face aborale forme dès le début la peau entière, tandis que la face orale est rétractée en un vestibule entouré d'une couronne de cils plus ou moins développée.

Il est de fait (quelle que soit d'ailleurs la valeur de ce rapprochement, qu'il constitue une parenté réelle ou ne soit qu'une simple analogie) il est de fait, qu'une larve d'Entoprocte nous représente du moins à l'état libre, une forme construite d'après le même plan qu'un Rotifère ; qu'elle est un organisme tout à fait comparable, en ce qui concerne les grandes divisions du corps. Cela posé, on arrivera à concevoir la formation primitive d'un Bryozoaire aux dépens de sa larve, comme *résultant d'un simple changement de vie* d'un organisme semblable à un Rotifère : nous savons que souvent, les larves d'Entoproctes, au lieu de nager au milieu du liquide à la manière d'un Rotifère, se renversent et se mettent à ramper sur leur face orale ainsi que le montre la figure 9. Or, si cette habitude devient plus fréquente, la larve abandonnant de plus en plus son premier genre de vie pour adopter le second, ce changement de mœurs pourra être la source de la métamorphose que nous avons observée. La larve, en rampant doit déterminer à l'aide de ses cils, un courant destiné à porter vers la bouche les particules alimentaires dont se nourrit l'animal, or on peut supposer que ce courant dépassant la bouche, vienne butter contre l'extrémité anale du vestibule (comme l'indique la flèche, voy. fig. 9) refoulant cette dernière d'une manière graduelle vers l'extré-

mité supérieure de la larve et produisant enfin le mouvement de rotation de toute cette partie de la face orale, entraînant avec elle le tube digestif. Nous obtenons ainsi une explication mécanique du phénomène fondamental de la métamorphose.

Nous pouvons, pour terminer, émettre l'hypothèse de l'existence très ancienne d'un groupe de *Probryozoaires,* composé d'organismes najeurs, libres et passablement analogues (du moins pour l'aspect et la disposition générale du corps) aux Rotifères, et dont les quelques larves d'Entoproctes que nous connaissons représentent aujourd'hui les seuls survivants; de ce groupe dérivent les Bryozoaires actuels par adaptation à une vie nouvelle; certaines larves se sont habituées à ramper comme l'indique la figure 9, sur leur face orale, au lieu de nager librement au milieu du liquide, de là les changements précédemment décrits, qui produisent la forme de Bryozoaire, et dont la cause efficiente peut être attribuée au courant qui se porte vers la bouche de l'animal.

EXPLICATION DES LETTRES.

1. Rudiment de polypide (calotte).
2. Intestin ou masse vitelline.
3. Sac interne ou cloaque.

Fr. Face frontale de l'adulte.
Tg. Face tergale »
Pd. Face inférieure ou pied.
ant. Organe subbuccal (Entoprocte) ou prébuccal (Ectoprocte) indiquant la partie antérieure de la larve.
o. Vestibule.
a. Cavité palléale.
Fun. Portion amincie de la face orale, unissant la moitié qui fait partie du polypide à celle qui forme le reste du vestibule invaginé.

EXPLICATION DES FIGURES.

Les parties en noir représentent la face orale; les parties en gris la face aborale; les organes internes sont laissés en blanc.

1 à 5 représentent les cinq grands types larvaires, montrant l'extension variable des faces orale (en noir) et aborale (en gris) dans chacun d'eux, ainsi que celles que prennent les trois principaux organes internes 1, 2, 3.

Fig. 1. — Larve d'Entoprocte. La face aborale est très grande; elle forme toute la peau. La face orale est petite et enfoncée en un vestibule. Les trois organes internes sont bien développés.

Fig. 2. — Larve de Chilostome. Les deux faces s'équivalent à peu près en importance; la partie principale de la peau est formée par la couronne, qui représente le bord de la face orale. Cette dernière

a perdu la faculté de se rétracter en vestibule, et la face aborale se trouve invaginée en *cavité palléale*. Dans les organes internes, on constate la réduction d'un premier organe interne, le n° 2, qui, au lieu de former un intestin complet, s'est réduit à une masse de globules vitellins.

Fig. 3.—Larve de Cténostome. Mêmes caractères que la précédente, mais présentant en plus la réduction d'un second organe interne, le sac (n° 3), qui s'est réduit à une petite masse sans cavité.

Fig. 4. — Larve de Cyclostome. La face orale forme la totalité de la peau de la larve, et s'est refermée complètement au-dessus de l'aborale. La cavité palléale est ainsi transformée en une cavité fermée. Dans les organes internes, la masse vitelline (2) a disparu d'une manière complète.

Fig. 5. — Larve de Lophopode. Mêmes caractères que la précédente, à cela près qu'à la disparition de la masse vitelline s'ajoute ici la disparition complète du sac.

Fig. 6. — Jeune loge de Chilostome immédiatement après la métamorphose. On voit la constitution du polypide aux dépens des trois parties 1, 2, 3.

Fig. 7. — Jeune loge d'Entoprocte montrant la concordance avec la figure précédente. Dans la polypide, la partie en blanc représente ce qui dérive de l'organe n° 1 (calotte), la partie en gris ce qui dérive de la face orale; la partie pointillée rappelle la part que prend quelquefois le reste des globules opaques à la formation du cœcum de l'estomac ; le polypide se montre ainsi composé de trois parties (1, 2, 3) qu'on peut considérer comme correspondantes aux trois organes internes 1, 2, 3 des larves.

Fig. 8. — Jeune loge de Cténostome (Sérialaire) représentée de même.

Ces deux figures, qui seules peuvent donner une idée complète de l'organisme adulte chez les Ectoproctes, n'existent pas dans la nature où le vestibule invaginé disparaît toujours avant la formation complète du polypide; mais il importe de représenter les deux choses simultanément pour se faire une idée d'ensemble de l'animal. Ces deux figures nous montrent la position du polypide par rapport au vestibule invaginé.

Les figures 6, 7, 8 montrent de plus les homologies des diverses faces chez les Bryozoaires à pédoncules (fig. 6), les Bryozoaires à loge plate (fig. 7) (Escharines), et les Bryozoaires à loge tubulaire (fig. 8) (Cellularines, Cténostomes, etc.). La correspondance est complète sous tous les rapports, sauf celui de l'orientation du polypide.

Fig. 9. — Larve d'Entoprocte à l'état de reptation, pour montrer le commencement de l'enfoncement du vestibule à l'intérieur. La flèche indique le courant provoqué dans le sens de la bouche, et qui vient butter contre l'extrémité anale du vestibule.

RECHERCHES

SUR LES

APPAREILS GENITO-URINAIRES DES BALÆNIDES

Par MM. H. BEAUREGARD et BOULART

(PLANCHES XII A XVIII.)

Les matériaux qui ont servi à nos recherches proviennent pour une part de divers envois faits au laboratoire d'anatomie comparée du Muséum par M. Fojn, propriétaire d'une importante pêcherie de Baleines à Vadsö. — En voici l'énumération :

1° Les organes mâles et les organes femelles d'individus adultes du Balænoptera *Sibbaldii*, consistant en une verge et un testicule, une vulve et un ovaire, pièces inscrites au catalogue du laboratoire d'anatomie comparée sous les n°s 1880-1374 et 1880-1375.

2° Un fœtus de Balænoptera *Sibbaldii* de 0^{m}90 cent. de longueur (1). (Cat. A. C. 1880-1377.)

3° Un fœtus de la même espèce mesurant 3^{m}60. (Cat. A. C. 1880-1606.)

4° Enfin un très jeune fœtus n'atteignant pas plus de 0^{m}40 de long. (Cat. A. C. 1880-1399.)

Les deux premiers de ces fœtus nous ont été envoyés dans le sel.

Pour une large part aussi, les pièces anatomiques rapportées par M. le professeur Pouchet et recueillies au cours de sa mission en Laponie, doivent être comptées parmi nos éléments de travail. Nous saisissons cette occasion pour exprimer à notre sa-

(1) Au sujet des rapports qui existent entre la longueur d'un fœtus et son degré de développement, il n'est pas inutile de faire connaître que d'après un renseignement communiqué à M. Pouchet par M. Fojn, le fœtus de *B. Sibbaldii* à la naissance mesurerait 10 mètres de longueur.

vant maître toute notre reconnaissance pour les conseils qu'il a bien voulu nous prodiguer et pour la libéralité qu'il a apportée à nous confier les objets intéressants que nous allons mentionner.

1° Un fœtus mâle de Balænoptera *Sibbaldii*, mesurant 1^{m}50 de long. (Cat. A. C. 1881-1128.)

2° Un fœtus femelle de la même espèce et de même longueur (Cat. A. C. 1881-1129), dont la peau a été remise à la galerie de zoologie.

3° Les mamelles d'un Megaptera Boops adulte. (Cat. A. C. 1881-1125.)

D'un autre côté, enfin, nous avons eu à notre disposition : 1° un jeune *Balænoptera musculus* femelle, long de 12 mètres, échoué à l'île de Sein et dont les viscères ont été recueillis par MM. H. Gervais et Boulart. Ces diverses pièces sont inscrites au catalogue du laboratoire d'anatomie comparée sous le n° 1881-1136 ; 2° un *Balænoptera musculus* femelle, long de 15^{m}50, échoué sur la côte du Porge, non loin d'Arcachon. Les organes génitaux externes de l'animal, rapportés par l'un de nous en même temps que divers organes (voir *Journal de l'Anatomie*, 1882, n° janvier-février), figurent à la galerie d'anatomie comparée sous le n° 1882-3.

Le plan que nous avons adopté pour l'exposition de nos recherches consiste dans la description successive des divers organes qui constituent les appareils génito-urinaires.

I. — Appareil urinaire.

Les Appareils urinaires (pl. XII, XIII et XV) qui font le sujet des descriptions suivantes, proviennent de deux espèces de Balænoptères : 1° de notre jeune *Balænopt. musculus*, long de 12 mètres ; 2° de deux fœtus de Balænoptera *Sibbaldii*, mesurant l'un 3^{m}60, l'autre 0^{m}90. Dans les mémoires les plus récents, aussi bien que dans ceux qui datent d'une époque déjà reculée, nous n'avons pu trouver que de très vagues et succinctes indications au sujet de l'appareil urinaire des Mysticètes. Hunter (9) dans un travail publié en 1787 sur l'anatomie des Cétacés, donne il est vrai, une description des reins de ces mammifères, mais il ne l'accompagne d'aucune figure, et ne mentionne ni le volume, ni les dimensions, ni la vascularisation de l'organe. Tou-

tefois la décomposition du rein en lobules séparés est clairement indiquée et les quelques détails dans lesquels entre l'auteur ont trait à ces lobules. Ajoutons qu'Hunter indique d'une façon peu précise à quelle espèce se rapporte sa description.

Plus tard, en 1835, Eschricht (6) figura le rein d'un jeune *Balœnoptera rostrata*. Carte et Macalister (3) sans le figurer en ont donné une brève description. Comparativement, nous décrirons les reins des individus que nous avons sous les yeux ; nous commencerons par le rein du *Balœnoptera musculus*, qui n'a été ni décrit ni figuré à notre connaissance.

a. *Balœnoptera musculus*.— *Rein*.— Ce rein se présente comme une masse allongée dont les deux faces inférieure et supérieure sont sensiblement convexes, et peut être comparée à un corps ellipsoïdal (pl. XII). La largeur de l'organe est plus grande vers l'extrémité antérieure et de là va en s'atténuant de part et d'autre. Ce qui est ici le plus frappant à première vue, c'est le grand développement du diamètre antéro-postérieur relativement au peu d'étendue du diamètre transversal. Voici d'ailleurs des dimensions exactes qui donneront une idée de ce que nous avançons.

		Au niveau du hile	A l'extrémité antér^{re}	A l'extrémité post^{re}
Longueur. . . .	1^{m}10			
Largeur.		22^{cm}5	8^{cm}	9^{cm}
Épaisseur.		9^{cm}5	3^{cm}	4^{cm}

Pour l'épaisseur, les mensurations sont prises sur la ligne médiane du rein. Il ne faut pas oublier, en effet, que les deux faces de l'organe sont convexes ; dès lors, les chiffres ci-dessus répondent à la plus grande épaisseur aux niveaux indiqués

Lobules. — Lorsqu'on a enlevé la capsule du rein, cet organe offre une surface dont l'apparence peut être comparée, comme l'a fait J. Hunter, à celle que présente le pavage d'une rue.

On sait, en effet, que chez les Cétacés, le rein est composé d'un grand nombre de lobules isolés (Dauphin, Marsouin, Bal. *rostrata*, etc.).

Chez notre *Balœn. musculus*, ces lobules sont excessivement nombreux. Nous en comptons sur la surface supérieure environ 600, ayant en moyenne 1^{cm}5 d'épaisseur. L'épaisseur totale du rein égalant 8 cent. on peut admettre l'existence

de 5 plans superposés de lobules, ce qui porterait leur nombre total à 3,000. Complètement isolés les uns des autres, ils offrent à considérer une surface externe sphérique et des surfaces latérales légèrement déformées et aplaties par pression réciproque, de telle sorte que la forme générale de chaque lobule est celle d'une pyramide dont la base convexe se montre à la surface du rein, tandis que le sommet est tourné vers le centre de l'organe.

Ces lobules n'ont pas tous le même volume. Les uns plus petits sont simples, les autres plus gros, mesurant environ 2 centimètres de diamètre, sont composés et, dans ce cas, paraissent résulter de la fusion de 2 ou plus souvent 3 lobules simples (pl. XIII, fig. 3 et 4).

Chaque lobule simple est constitué d'une paroi épaisse composée de substance corticale qui encapuchonne un mamelon à base arrondie formé par la substance médullaire. Ce mamelon occupe la base du cône que représente le lobule ; le sommet de ce cône se continue par un canal infundibuliforme dont l'orifice constitue le calyce du lobule. Ce canal est une des racines de l'uretère. Les parois et le mamelon de ces lobules simples étant très épais, le lobule est à peu près complètement rempli. Si au contraire, on fait une incision longitudinale sur un lobule composé facile à reconnaître à son volume plus considérable, on constate que ce lobule est en grande partie creux. La couche pariétale de substance corticale est, en effet, relativement moins épaisse. Par un examen attentif, on voit que ce revêtement cortical est divisé en 3 segments par des prolongements des bords concaves du calice. Celui-ci rappelle par sa forme les calices gamosépales à 3 lobes aigus, qu'on observe dans certaines fleurs (voir fig. 3, pl. XIII). Ces lobes du calice vont s'amincissant en pointe aiguë et se prolongent jusqu'à la base du lobule. Ils répondent chacun à un sillon assez profond que l'on observe à la surface extérieure du lobule et qui loge une ramification artérielle accompagnée d'une veinule.

Les trois segments de substance corticale ainsi limités tapissent les parois du lobule ; cette substance corticale dans chacun des segments est disposée en lamelles qui, arrivées à la base concave du lobule, se réfléchissent en dedans et passent dans une masse homogène de substance médullaire qui occupe

cette base et qui forme un mamelon saillant dans la cavité du lobule immédiatement au-dessus de l'orifice du calice. Ce mamelon nous paraît en réalité formé par l'accolement de trois pyramides distinctes, comme le laisse penser la présence de trois sillons peu marqués qui partent en divergeant du centre du mamelon commun.

Comme nous l'avons dit, le calice est infundibuliforme, son ouverture élargie se rétrécit peu à peu et se continue en un tube court qui communique bientôt avec le tube calicinal d'un lobule voisin.

Plusieurs lobules groupés de la sorte forment une grappe secondaire, dont le tronc commun s'unit au tronc des grappes les plus voisines, et l'ensemble de ces troncs forme un canal central, c'est-à-dire, l'uretère.

Quant aux vaisseaux des lobules composés, ils se présentent comme suit : (fig. 3 et 4, pl. XII).

Chacun de ces lobules reçoit en général deux branches artérielles dont l'une se ramifie. Les trois branches ainsi formées se répartissent dans les sillons apparents à la surface du lobule et disparaissent vers la région médiane de ces sillons où elles s'enfoncent dans la substance du lobule. Là se montrent des veines qui sortent du lobule et accompagnent les artères dans leur trajet.

Vaisseaux du rein. — Les vaisseaux pénètrent dans le rein par une fente peu étendue qui occupe le bord interne de la glande à l'union du quart antérieur avec les trois quarts postérieurs. Malgré l'état avancé du corps de notre *Balæn. musculus*, l'un de nous a été assez heureux pour faire une injection bien réussie des systèmes artériel et veineux de l'un des reins. Il nous sera donc possible d'entrer dans quelques détails qui nous paraissent jusqu'ici complètement ignorés.

Le hile (pl. XIII, fig. 2) livre passage, d'une part à un gros tronc artériel qui se divise immédiatement en deux branches, dont l'une se distribue à la partie antérieure de l'organe, tandis que l'autre plus volumineuse fournit à toute la région placée en arrière du hile.

En dedans de cette artère rénale, on voit un tronc veineux principal et plusieurs troncs secondaires qui, par leur réunion, constituent la veine rénale proprement dite. Enfin, au niveau du hile, le tronc artériel est enveloppé par un riche plexus à

rameaux volumineux qui émanent d'un système veineux spécial dont nous donnerons plus loin la description.

Si nous suivons les gros troncs artériels dans leur trajet à travers le rein, nous observons qu'ils occupent une ligne parallèle au bord interne de l'organe et assez rapprochée de ce bord. Ce n'est que vers l'extrémité postérieure qu'ils atteignent la ligne médiane.

Sur notre préparation (pl. XII), nous observons en outre que le rein est enveloppé comme d'un filet à larges mailles, formé par de nombreuses veines au-dessous de sa capsule. Vers la partie postérieure de l'organe ces mailles sont très serrées; les branches veineuses qui les forment sont assez volumineuses et chaque maille est occupée par un lobule. Dans la région antérieure, les mailles s'élargissent, et chacune enveloppe deux ou trois lobules à la fois. Telle est la disposition d'un premier réseau superficiel. Si, écartant les lobules, on procède à un examen plus approfondi de la glande, on constate qu'il existe plusieurs plexus veineux profonds semblables au réseau superficiel.

Ces divers réseaux sont en communication par de fréquentes anastomoses. Ils reçoivent des branches veineuses qui émergent de la surface des lobules, ainsi que les rameaux veineux qui accompagnent les artères des lobules et que nous avons signalés plus haut. Aussi peut-on, en poussant par une branche de l'un quelconque de ces réseaux, faire pénétrer une injection colorée dans les lobules. Une partie des veines provenant de ces divers réseaux constitue le tronc principal de la veine rénale ; quant à l'autre partie, nous ne pouvons sur cette pièce en constater les rapports, nous en reparlerons lorsque nous étudierons le rein en place chez le *Balænoptera Sibbaldii* de 0,90 cent.

Uretère, Vessie. — L'uretère est un canal cylindrique à parois épaisses qui parcourt le rein dans toute sa longueur, recevant de distance en distance les canaux secondaires, émanés des groupes secondaires de lobules dont nous avons donné la description. L'uretère sort du rein, non pas par le hile, qui n'est comme nous l'avons vu plus haut qu'une fente destinée au passage des vaisseaux, mais par l'extrémité postérieure de l'organe (pl. XIII, fig. 1) ; sa paroi lisse, à la face interne, mesure 5^{mm} d'épaisseur. Son diamètre transversal est de 1 cent.

La *vessie* (pl. XIII, fig. 5) est allongée, pyriforme, et mesure 33 centimètres de longueur. Rétrécie à sa partie postérieure en un col cylindrique assez long, elle s'élargit en avant et forme une sorte de réservoir ovoïde qui a 17 centimètres de diamètre transversal dans sa plus grande largeur. Les parois épaisses se font remarquer par une riche vascularisation. Elles sont tapissées intérieurement par une muqueuse qui, dans l'état de vacuité de la vessie, offre une apparence tomenteuse. Cette apparence est due au rapprochement de plis irréguliers à direction longitudinale, peu nombreux dans les régions antérieure et moyenne du réservoir urinaire, mais qui deviennent plus fins et plus serrés dans la région postérieure. Dans cette dernière région, les plis présentent en outre des ondulations transversales qui dans toute la longueur du col de la vessie deviennent plus fines et plus rapprochées, et ont un aspect tout à fait remarquable (voir pl. XIII, fig. 5. *c*.).

Les orifices des uretères (*u*) dans la vessie mesurent 6^{mm} de diamètre. Ils sont circulaires et se trouvent à $6^{cm}7$ du col. Très rapprochés l'un de l'autre, de chaque côté de la ligne médiane, leur écartement ne dépasse pas 1 cent. La papille uréthrale droite est située un peu en avant de la papille gauche.

b. *Balænoptera Sibbaldii.* — Chez notre jeune fœtus de 3^m60, le rein présente deux faces, supérieure et inférieure, aplaties ou à peine convexes, un bord externe très épais, droit ou très légèrement arqué, et un bord interne concave beaucoup plus mince. Son extrémité antérieure plus large que l'extrémité postérieure, et la courbure du bord interne, lui donnent une apparence falciforme, ainsi que l'attestent non seulement l'organe que nous avons sous les yeux, mais aussi diverses photographies prises à Vadsö par M. Pouchet sur un jeune Balænoptera *Sibbaldii,* long de 1^m50.

Nous donnons dans le tableau suivant les mensurations prises chez trois fœtus d'âge différent :

	Longueur du rein	Largeur au niveau du hile	Largeur à l'extrémité antér^{re}	Largeur à l'extrémité postér^{re}	Epaisseur du bord externe
Fœtus de 3^m60	0^m40	0^m12	0^m10	0^m07	0^m055
Fœtus de 1^m50	0^m23	0^m09	0^m05	0^m045	0^m045
Fœtus de 0^m90	0^m11	0^m036	0^m022	0^m018	0^m030

Ajoutons que chez l'adulte, d'après une communication de M. Pouchet, les reins, remarquables par leur colossal développement en longueur, constituent des masses auxquelles on ne peut guère assigner une forme définie.

Lobules. — Comme chez le B. *musculus*, le rein du B. *Sibbaldii* est formé de lobules parfaitement distincts, qui semblent groupés par paquets de grosseur variable. Cette disposition très nettement apparente chez notre fœtus de 3^m60, est conforme à l'observation de Eschricht (6) sur le rein d'un Bal. *rostrata* de 0^m24, où les lobules, extrêmement nombreux, sont groupés en douze ou trente paquets parfaitement distincts à la surface de l'organe. Chez le B. *Sibbaldii* adulte (note communiquée par M. Pouchet), l'indépendance des lobules irait en s'accentuant considérablement. Ceux-ci paraissent alors à une énorme distance les uns des autres sur l'organe extrait du corps de l'animal.

Quant à la forme des lobules, elle ne diffère pas de celle que nous avons indiquée au sujet du Balæn. *musculus*.

Hile et vaisseaux du rein. — Le hile, ou mieux l'ouverture par laquelle pénètrent les vaisseaux du rein, est en forme de fente très courte située sur le bord interne de l'organe vers son extrémité antérieure.

Comme chez le Balæn. *musculus*, nous observons dans ce hile des artères et des veines qu'une bonne préparation de l'un des reins du fœtus de 3^m60 nous a permis de suivre dans l'intérieur de l'organe. Un sillon apparent à la face supérieure de la glande indique la direction que suivent ces vaisseaux. Si l'on écarte légèrement, et sans dilacérer, les bords de ce sillon, on peut apercevoir les artères et les veines. La branche artérielle qui traverse la région postérieure du rein, se divise bientôt en deux rameaux destinés à nourrir les portions de la glande situées de chaque côté du sillon. La veine rénale au contraire dans tout son trajet, consiste en un tronc volumineux qui reçoit, de part et d'autre, et à des distances à peu près égales, des branches veineuses secondaires.

Une injection du jeune fœtus de 0^m90, faite par M. H. Gervais nous a permis de compléter nos recherches relativement à la vascularisation des reins, en nous donnant l'occasion d'observer en place et dans leurs rapports les réseaux veineux que nous avons décrits en détail chez le Bal. *musculus*, et que nous,

retrouvons également chez le B. *Sibbaldii.* Disons d'abord que la veine cave inférieure présente une intéressante particularité. Chez ce jeune individu, en effet, la veine cave inférieure au niveau de l'extrémité antérieure du rein reçoit deux grosses branches qui proviennent de la région caudale et qui, après avoir longé le bord interne des reins et avoir reçu la veine rénale du côté correspondant (voir pl. XIII, fig. 1, *b*, *b*), vont constituer la veine cave inférieure.

Nous croyons devoir insister d'autant plus vivement sur cette observation qu'elle nous permet d'étendre très probablement à tous les Balænoptères une particulatité anatomique qui n'avait encore été signalée que chez un jeune Balænoptera *rostrata* long de 3 mètres, étudié par Serres et Gratiolet (8). Ces anatomistes avaient vu que la veine cave inférieure chez cet individu est représentée dans la région abdominale par « deux troncs parallèles, « satellites d'une aorte abdominale unique et qui s'étendent du « point d'origine des veines émulgentes au point ou semble « naître l'artère épigastrique à l'extrémité postérieure de l'ab- « domen. » Les Balænides ne sont peut-être point d'ailleurs les seuls Cétacés qui offrent cette intéressante disposition anatomique carde Baer (1) a décrit chez le Marsouin deux veines semblables qu'il considère comme les veines iliaques.

Quoiqu'il en soit, chez notre B. *Sibbaldii*, les deux troncs veineux, dans leur trajet le long du bord interne du rein, reçoivent, en dedans, des rameaux venant des régions sacrée et lombaire, rameaux qui, par des anastomoses entre eux et avec ceux du côté opposé, forment, au-devant de la colonne vertébrale, un riche plexus veineux. En dehors, ils s'abouchent avec des branches provenant des réseaux qui occupent les trois quarts postérieurs du rein. Ces branches arrivent perpendiculairement aux veines en question, et se montrent à des distances à peu près égales les unes des autres (*h*).

Ajoutons que les veines qui naissent de la portion tout à fait antérieure des plexus du rein se réunissent en un faisceau (*d*) pour déboucher dans la veine capsulaire, qui elle-même va se jeter dans la rénale. Enfin, la rénale reçoit directement des plexus veineux du rein un certain nombre de rameaux qui dans le hile entourent l'artère rénale d'un riche réseau vasculaire (pl. XIII, fig. 2).

En résumé, le sang veineux de la glande rénale arrive à la veine cave inférieure par quatre voies différentes : 1° celui de la région postérieure du rein par des veines qui vont contribuer à former les racines postérieures de la veine cave inférieure ; 2° celui de la région moyenne, en partie par des veines qui s'unissent en un tronc principal ou veine rénale proprement dite ; 3° en partie par des veines disposées en plexus sur l'artère et qui débouchent dans la veine rénale en dehors du hile ; 4° celui de la région antérieure du rein, par des branches qui se jettent dans la veine capsulaire.

Dans l'exposé qui précède, nous avons exposé les faits tels que nous les avons observés, en nous abstenant de toute interprétation. Il nous paraît cependant impossible de ne pas exprimer, bien qu'avec la plus grande réserve, l'idée que fait naître immédiatement à l'esprit l'observation des nombreuses communications établies entre les veines iliaques et les réseaux veineux des glandes rénales. Serres et Gratiolet après avoir montré, chez le Balæn. *rostrata* les relations de la veine épigastrique avec le système porte hépatique, ajoutaient que « si les veines iliaques « se ramifiaient dans le rein à l'instar d'une veine porte rénale, « on aurait dans le Bal. *rostrata* la représentation complète d'un « système veineux abdominal de reptile. » On peut se demander si le plexus veineux que nous avons décrit chez les Balænoptères qui font le sujet de nos études ne fait pas partie d'un système porte rénal dont les racines seraient constituées par les veines iliaques. Dans cette hypothèse, une partie du sang veineux n'entrerait pas dans le rein et serait directement versé dans la veine cave inférieure où se terminent les veines iliaques. L'autre partie, par l'entremise des nombreux rameaux qui mettent en communication les veines iliaques et les réseaux veineux du rein passerait pas cet organe. Les veines efférentes de ce système porte seraient représentées tant par les veines qui se jettent dans la veine capsulaire que par celles qui accompagnant l'artère rénale se jettent hors du hile dans la veine rénale. Pour affirmer qu'il en est ainsi, il faudrait pouvoir établir dans quel sens a lieu le cours du sang. L'examen du calibre des veines iliaques ne nous a donné aucun résultat, nous pouvons seulement faire valoir que l'injection faite par l'une des branches de communication des plexus veineux avec l'iliaque, pénètre dans les lobules

et remplit toutes les veines du réseau. C'est ainsi qu'a été pratiquée l'injection du réseau veineux du rein de B. *Musculus* adulte dont il a été question plus haut.

Uretère-Vessie. — L'uretère chez le Balænoptera *Sibbaldii*, comme chez le Balænoptera *musculus* émerge du rein à son extrémité postérieure. Chez notre jeune fœtus de 0,90 cent. où nous avons pu observer les organes en place, la capsule du rein est, à ce niveau, reliée à l'utérus par un ligament assez épais dans lequel se trouve enveloppé l'uretère qui chemine ainsi jusqu'au bord postérieur du ligament large. A partir de ce point, il est en rapport avec le ligament large et se dirige vers la paroi supérieure de la vessie dans laquelle il pénètre obliquement. La longueur de l'uretère chez notre fœtus de $0^{m}90$ est de $8^{cm}5$, mesure prise de l'extrémité postérieure du rein à l'ouverture du canal dans la vessie. De forme cylindrique dans toute son étendue, il présente un diamètre transversal de 5^{mm} environ. Une muqueuse lisse le tapisse intérieurement.

La *vessie*, allongée, pyriforme, mesure chez le même individu $0^{m}12$ de longueur, dont $4^{cm}6$ sont rétrécis en un col cylindrique. Comme chez le Balænoptera *musculus*, les papilles uréthrales ne sont pas absolument au même niveau, elles sont relativement plus espacées que chez ce dernier, la distance qui les sépare étant de 5^{mm}.

Conclusions. — Des descriptions qui précèdent, il n'est guère possible, vu l'âge très différent des espèces observées, de tirer quelques conclusions relativement à la forme des reins. Tout ce que l'on peut dire, c'est que ces organes présentent une prédominance remarquable du diamètre longitudinal sur le diamètre transversal, et nos mensurations s'accordent parfaitement avec celles qu'a donné Eschricht du rein du Balænoptera *rostrata*. On peut donc dire que chez les Balænoptères, les reins diffèrent complètement par la forme des reins des Cétodontes. Chez ces derniers, ils sont beaucoup plus courts et relativement beaucoup plus épais. Aux témoignages nombreux que nous en trouvons dans les travaux des auteurs, nous ajouterons celui que nous a fourni les mensurations du rein d'un D. Tursio, long de $3^{m}70$. Longueur de l'organe, $0^{m}20$; largeur, $0^{m}11$; épaisseur $4^{cm}5$. La comparaison de ces chiffres avec ceux que nous avons donnés plus haut est tout à fait instructive.

La vascularisation si remarquable du rein chez nos deux espèces de Balænopères, n'a été, à notre connaissance, signalée dans aucun mémoire. Nous ne l'avons d'ailleurs pas observée chez les Cétodontes que nous avons pu examiner.

II. — Appareil mâle.

A. ORGANES EXTERNES.

PÉNIS. — Les recherches de Rapp (12) sur le Balæna *mysticetus* et celles d'Eschricht (6) sur les Balænoptera *rostrata* (Fabric.) et *musculus* et sur le Megaptera, ont montré que la position du pénis chez ces animaux est très différente suivant qu'on observe un fœtus ou un individu adulte. Chez le fœtus, la verge est pendante à la face inférieure de l'abdomen. Chez l'adulte, elle ne fait plus saillie au dehors et est rentrée ou pour mieux dire invaginée dans une sorte de sac préputial, intra-abdominal, dont l'ouverture circulaire est cachée au fond d'un repli de l'abdomen qui apparaît extérieurement sous la forme d'une fente longitudinale assez semblable à une vulve. Chez les Balænoptera *Sibbaldii*, d'après les pièces que nous avons pu examiner, il en est absolument de même. Le pénis du fœtus est pendant à la face ventrale du corps (pl. XV, fig. 4). Quant à celui de l'adulte, nous n'avons pu l'observer en place, mais nous tenons de M. le professeur Pouchet, qu'il est complètement caché dans un sac préputial et qu'une pseudo-vulve est seule apparente au dehors. D'après Malm (10), sur l'individu adulte qu'il a observé, le pénis faisait une saillie de 10 centimètres au-dessous de l'abdomen. Il ne faut pas oublier que cette légère saillie pouvait être le résultat de l'imbibition des tissus à la suite d'un séjour prolongé dans l'eau; et en réalité, le pénis doit être considéré comme invaginé. Nous pouvons donc conclure que d'une manière générale la position du pénis chez le Balænoptera *Sibbaldii* présente les mêmes particularités que chez les autres Balænides déjà étudiés sous ce rapport. Cependant en quelques points, la description très complète qu'à donnée Eschricht des positions du pénis aux différents âges chez les espèces déjà citées, ne s'applique pas exactement à notre Balænoptera Sibbaldii.

Voici en effet ce que nous observons :

Chez un fœtus mesurant 1m60 de long, le pénis est pendant à la face inférieure de l'abdomen. Il a la forme d'un corps à peu près régulièrement cylindrique, quelque peu sinueux et s'effilant à son extrémité libre. Dirigé en avant et en bas, il fait avec la paroi ventrale du corps un angle d'environ 30°. La longueur de l'organe qui saille ainsi est de 7 centimètres, le chiffre concorde bien avec celui de 11 pouces (32 centimètres), trouvé par Turner (15) pour la longueur du pénis saillant chez un fœtus de Balænoptera *Sibbaldii* de 19 pieds 6 pouces (6m45 environ). Il est de beaucoup supérieur, au contraire, aux chiffres que donne Eschricht pour la portion pendante du pénis chez des fœtus de Balænoptera *Rostrata*. D'autre part, chez les individus examinés par Eschricht, à peu près la moitié de la longueur de la partie saillante est entourée par un repli circulaire qu'il appelle prépuce. Or, chez notre fœtus de Balænoptera *Sibbaldii*, la portion pendante est recouverte de peau sur une longueur de 5 centimètres (pl. XV, flg. 4, *f*); l'extrémité, longue de 2 centimètres est seule complètement à nu (*c*). Elle est d'une teinte plus foncée. A la base de cette portion nue, la peau du sac préputial forme un repli circulaire. La peau de la verge chez notre jeune individu, secontinue en arrière en une sorte de raphé ou pli saillant, qui va en s'atténuant jusqu'au voisinage de l'anus, orifice qui se trouve situé à 12c5 de la base du pénis; la peau de l'abdomen de chaque côté du raphé en question, présente de nombreux plis longitudinaux peu profonds. Parmi ces plis, il en est un (*r*) de chaque côté de la base de la verge qui devient assez saillant et présente un profil convexe, Ces derniers ont été déjà signalés par Turner et nous paraissent devoir jouer un rôle important lorsque la verge et son fourreau préputial rentrent dans l'abdomen d'après le processus indiqué par Eschricht. Ces deux replis latéraux doivent en effet concourir en s'invaginant eux-mêmes à former les bords de la fente vaginale et, situés à la base du prépuce, ils sont les points d'appui nécessaires à son invagination.

A 4 centimètres en arrière du pénis, on aperçoit deux petites fossettes (*m*) en forme d'entonnoir, au fond desquelles se voit un petit orifice correspondant à la mamelle. Ces fossettes difficiles à apercevoir sur nos pièces conservées dans l'alcool, cachées

qu'elles sont chacune dans un des replis de la peau, se trouvent séparées l'une de l'autre par un espace qui ne mesure pas plus de 1 centimètre de large.

Tels sont les rapports de situation de la verge à la face inférieure de l'abdomen. Nous regrettons de n'avoir pu indiquer la distance de la verge à l'ombilic, le lambeau que nous avons à notre disposition ne nous permettant pas de prendre cette mensuration. Malm nous apprend d'ailleurs, que le pénis du Balænoptera *Sibbaldii* qu'il a examiné, est situé un peu plus près de l'anus que du nombril. On sait qu'Eschricht attache une certaine valeur spécifique à la distance de la verge à l'ombilic, relativement à sa distance à l'anus, c'est ainsi que chez le Megaptera *Boops*, la verge serait plus rapprochée de l'ombilic que de l'anus, relativement à la situation des mêmes parties chez le Balænoptera *Rostrata*.

Structure du pénis. — Nous avons trouvé dans le mémoire de Rapp, d'intéressants détails relativement à la structure du pénis du Dauphin et de celui de la Baleine du Groenland. Ayant à notre disposition un pénis de Balænoptera *Sibbaldii* adulte, il nous est possible de faire une étude comparative fructueuse.

Comme chez la Baleine du Groenland, le pénis du Balænoptera *Sibbaldii* est formé par la réunion de deux racines qui s'unissent en un corps conique dont la pointe est assez allongée.

Un peu au-dessus de l'union de ses deux racines, le pénis mesure 22 centimètres de diamètre transversal ; au niveau du bord antérieur d'insertion du sac préputial, il n'a plus que 18 centimètres dans le même sens.

Pour étudier la structure de cet organe, nous avons fait des coupes à différents niveaux. Sur chacune de ces coupes, nous trouvons, de dehors en dedans, la peau épaisse, fortement ridée transversalement, de couleur jaunâtre. Elle recouvre immédiatement un tissu cellulaire, formé de lames anastamosées qui dans ses aréoles, laisse voir quelques vaisseaux, et principalement au niveau correspondant au dos de la verge, une grosse veine accompagnée d'une artère de fort calibre.

Le corps caverneux ainsi que l'urèthre et son corps spongieux, sont enveloppés d'une épaisse couche de tissu fibreux.

Par des coupes menées successivement de la base au sommet

du pénis, on reconnaît qu'un peu au-dessus du point de réunion des deux racines, les corps caverneux se confondent en un seul corps qui s'étend sous forme d'une masse vasculaire conique, jusqu'au voisinage de l'extrémité de l'organe (pl. XV, fig. 18). Les caractères anatomiques de la base et de la partie moyenne des corps caverneux ne sont pas les mêmes. A la base, les cloisons sont plus minces et moins résistantes, on n'y voit pas comme dans la partie moyenne de ces ligaments funiculaires qui traversent le corps caverneux et s'y font remarquer par leur grand développement. Parmi ces derniers trabécules, la plupart vont en rayonnant du centre à la périphérie du corps caverneux (*t*) en s'anastomosant dans leur trajet, soit entre eux, soit avec d'autres trabécules qui partent de la circonférence. D'après cela, on comprend qu'il n'y a pas ici de cloison fibreuse divisant le corps caverneux. Il n'y a pas non plus à proprement parler d'axe fibreux semblable à celui qui existerait suivant Rapp dans le corps caverneux de la Baleine du Grœnland.

Ajoutons, enfin, qu'il n'existe pas d'os pénial chez le Balænoptera *Sibbaldii*. Nous attirons l'attention sur ce fait parce que bien que Rapp (12) en ait nié l'existence chez la Baleine du Grœnland, Gegenbaur, sur la foi de Cuvier (4) et de Siebold (13), en fait encore mention. Avec Rapp nous soutenons qu'il n'y a d'os pénial, ni chez les Balænides, ni chez les Cétodontes (Dauphin).

Quoiqu'il en soit, la coupe transversale du corps caverneux chez notre Balænoptera *Sibbaldii* est circulaire, et ne présente pas comme chez le Dauphin, d'après Hunter (9), une concavité à sa face inférieure pour recevoir le corps spongieux (pl. XV, fig. 8). Une couche remarquablement épaisse de tissu fibreux enveloppe le corps caverneux dans toute sa longueur. Dans cette couche, on peut, sur la section horizontale, reconnaître deux zones distinctes. L'une, profonde (*fi*), enveloppant immédiatement le corps caverneux, est excessivement dense et a un reflet bleuâtre, ardoisé; elle paraît formée principalement de fibres circulaires; l'autre zone, périphérique (*fe*), paraît un peu moins dense et présente sur sa coupe des stries rayonnantes qui semblent dues à l'action du couteau sur des plans radiaires de fibres à direction longitudinale. En raison de l'épaisseur de cette couche fibreuse, on est en droit de penser que l'afflux du

sang dans les sinus du corps caverneux ne peut avoir d'autre résultat que de rendre la verge rigide, sans pouvoir augmenter son volume.

Le corps caverneux est excentrique, il est plus rapproché de la face inférieure de la verge que de la face dorsale; c'est ainsi que sur une coupe de la région inférieure du pénis, nous trouvons le corps caverneux mesurant 0^m12 de diamètre, séparé de la peau par une enveloppe de tissu fibreux, épaisse de 0^m086 du côté dorsal et de 0^m028 seulement du côté opposé. L'épaisseur considérable du tissu fibreux a également été notée par Rapp qui l'a trouvée égale à 0^m06 sur le dos de la verge du Balæna *mysticetus*.

Dans la région moyenne de la verge les mensurations nous donnent les chiffres suivants : diamètre du pénis, 0^m20; diamètre du corps caverneux 0^m11; épaisseur de la couche fibreuse, 0^m05.

Le canal de l'urèthre (pl. XV, fig. 8, *u*) est cylindrique. Il occupe la région centrale du pénis et est entouré d'un tissu spongieux parfaitement distinct du corps caverneux dans toute l'étendue du pénis; il en est de même chez le Balæna *mysticetus*, d'après Rapp, tandis que, suivant Hunter, chez le Dauphin, l'urèthre serait plongé au milieu du corps caverneux et ne deviendrait libre, entouré d'un corps spongieux distinct, qu'au voisinage du gland.

Chez notre Balænoptera *Sibbaldii*, le canal de l'urèthre n'occupe pas exactement le centre du tissu spongieux, il est sur toutes les coupes plus rapproché de son bord supérieur que de son bord inférieur. C'est ainsi que vers la région moyenne du pénis où nous trouvons au canal de l'urèthre un diamètre de 0^m015, l'épaisseur du tissu spongieux à sa face dorsale égale seulement 5 millimètres, tandis qu'à sa face ventrale elle atteint 0^m013.

Gland. — Nous avons dit plus haut que chez notre fœtus de Balænoptera *Sibbaldii*, la verge étant pendante, on voit saillir hors du sac préputial un prolongement conique long de 2 cent. Chez l'adulte, lorsqu'on a développé la verge au dehors, on retrouve encore le même prolongement. Il mesure 0^m56 de long. C'est une masse conique, volumineuse, présentant 0^m18 de diamètre transversal à sa base et qui, à 0^m14 environ de son

sommet, va se terminant en une portion à peu près cylindrique d'un très faible diamètre transversal ne dépassant pas $0^{m}03$ dans la portion moyenne. A la base de ce renflement conique (voir pl. XV, fig. 5) se voit l'insertion antérieure du sac préputial, qui forme plusieurs replis annulaires (*b*). A partir de cette limite, la peau est d'un noir assez foncé, lisse.

La question que nous nons posons est celle-ci : cette dernière portion conique nue, doit-elle être considérée comme formant le gland? C'est l'opinion de Rapp (12). Eschricht va plus loin. Pour lui le gland est toute la partie saillante de la verge chez le fœtus; toute la partie renfermée dans le sac chez l'adulte, Aussi, suivant cet auteur, le gland est-il proportionnellement très long. C'est ainsi que chez un fœtus de Balænoptera *rostrata* de $0^{m}24$ il mesure environ 1 cent. Hunter nous paraît plus près de l'exacte appréciation des faits en constatant que chez les cétacés il n'y a pas à proprement parler de gland.

En effet, après avoir pratiqué de nombreuses coupes transversales sur le prolongement conique en question de la verge de notre Balænoptera *Sibbaldii* adulte, nous avons pu constater que le corps caverneux s'y prolonge sans modification, sauf amincissement graduel, et reste toujours enveloppé d'une épaisse couche de tissu fibreux. Le canal de l'urèthre et son corps spongieux s'y retrouvent également, conservant les mêmes rapports que dans tout le reste de la longueur de la verge. Ce n'est qu'à 3 centimètres de l'extrémité terminale de l'organe qu'on aperçoit un changement notable. A ce niveau, le pénis, qui allait toujours s'amincissant graduellement en pointe, se renfle légèrement en une sorte de bourrelet circulaire à partir duquel la face inférieure de la verge est tronquée obliquement jusqu'à son extrémité. La surface oblique ainsi constituée (pl. XV, fig. 6) est fortement concave et son centre montre l'ouverture de l'urèthre (*u*). La face dorsale de la verge dans la région correspondante est convexe. Le tout forme comme un gland dont le bourrelet inférieur constituerait la couronne. La structure interne de cette portion terminale de la verge n'est pas moins remarquable. Par des coupes transversales ou longitudinales (pl. XV, fig. 7) dans cette région, on remarque que le corps caverneux a complètement disparu. Seul un raphé fibreux (*f*) très délié, dernier reste de l'enveloppe fibreuse du

corps caverneux est encore visible dans l'axe de la coupe. Tout le reste est occupé par un tissu dense, vasculaire, véritable corps spongieux (*sp*) traversé par la portion terminale du canal de l'urèthre (*u*).

En résumé, nous croyons que la portion conique volumineuse saillante hors du sac préputial ne doit pas être considérée comme le gland, celui-ci n'étant représenté que par un petit appendice spongieux, long de 3 cent. sur 2cm7 de large, qui coiffe l'extrémité terminale de la verge conique. Il nous semble en effet que la question que nous posions plus haut se trouve résolue par la nature et les rapports de l'organe bien mieux que par ses rapports avec le prépuce. Ici, comme chez l'homme, nous qualifions de gland le renflement du corps spongieux à à l'extrémité du corps caverneux.

B. ORGANES INTERNES.

Testicule du Balænoptera Sibbaldii (1).

En nous guidant sur la description que Eschricht a donnée de l'appareil génital d'un fœtus mâle de Balænoptera *rostrata*, le testicule que nous décrivons nous paraît être le testicule gauche, et la face que nous avons représentée dans la planche, serait la face dorsale.

Ce testicule (pl. XIV), de forme elliptique, présente les dimensions suivantes : longueur 55 centimètres, largeur 25 centimètres à la partie moyenne.

L'extrémité antérieure, plus volumineuse que l'inférieure, est réunie à la tête de l'épididyme par les canaux efférents du testicule. Nous ne les avons point disséqués sur la pièce ni représentés sur notre planche (2), mais avant la dessication, il était facile de sentir, par le toucher, ces canaux efférents et même de voir les saillies qu'ils produisaient au milieu du tissu fibreux qui les entoure et les relie entre eux.

L'épididyme décrit autour du testicule un arc dans la conca-

(1) Nous transcrivons ici une note qui nous a été obligeamment communiquée ainsi que la planche qui l'accompagne, par les auteurs MM. Boulart et Planteau.

(2) La dissection de ces canaux eût pu détériorer cette pièce destinée aux galeries du Muséum.

vité duquel se trouve logé l'organe spermatique. La tête est la partie la plus volumineuse ; 16 à 17 centimètres de largeur. A la partie moyenne l'épididyme mesure 8 centimètres en largeur ; puis s'amincissant toujours, il n'a plus que 3 à 4 centimètres au niveau de la queue. La partie moyenne et la queue sont reliées au testicule par un repli séreux.

Le canal déférent est d'abord très flexueux à son origine. Il décrit ainsi 7 ou 8 inflexions, puis devient rectiligne, se dirigeant en dedans et en arrière et présente alors un diamètre de 1 centimètre et demi.

Nous n'insisterons pas davantage sur la description de ces organes (testicule et épididyme), car ce qui constitue la partie la plus importante de cette note, c'est la description des vaisseaux sanguins.

Ces vaisseaux, veines et artères, sont réunis en plexus volumineux. Mais, disons-le tout de suite, les veines par leur volume, leur nombre, les riches plexus qu'elles forment par leurs anastomoses, constituent un système vasculaire bien plus considérable que celui formé par les artères.

Nous décrirons tout d'abord le système veineux.

Les nombreux plexus que forment les veines peuvent être rapportés à deux groupes principaux (voir planche XIV *a* et *b*). Vers le premier (*a*) convergent, soit directement, soit indirectement, toutes les veines du testicule et une grande partie de celles de l'épididyme. Il est situé à la partie postérieure de l'organe; c'est de beaucoup le plus important. Il est placé au-dessus de la queue de l'épididyme et de l'origine du canal déférent qu'il croise pour se diriger en arrière et en dedans.

Ce plexus, nous l'avons déjà vu, reçoit la plus grande partie des vaisseaux de l'appareil spermatique et résulte de la réunion de cinq plexus secondaires, trois postérieurs (*c*, *d*, *e*) et deux antérieurs (*g* et *h*); ces derniers proviennent en grande partie de la tête de l'épididyme, mais n'arrivent au plexus principal (*a*) que par l'intermédiaire d'une énorme veine que nous aurons à décrire plus loin. Il nous faut maintenant décrire les plexus secondaires.

Plexus secondaires qui vont former le plexus principal (A). — Le premier (*c*) est formé par les veines de la queue de l'épidyme et de l'origine du canal déférent. Ces vaisseaux se diri-

gent d'abord en avant et en dehors, puis se recourbent bientôt en arrière pour se réunir au plexus principal.

Le deuxième (*d*) est formé de veines qui émergent de l'extrémité postérieure du testicule.

La troisième plexus (*e*) contenu dans le repli séreux qui réunit l'épididyme au testicule est formé par les veines qui proviennent de la partie moyenne de l'épididyme.

Il me reste à parler des deux plexus qui émergent de la tête de l'épididyme. Ils s'étalent aussi entre les deux feuillets du repli épididymo-testiculaire et vont se jeter dans une énorme veine, qui chemine le long du bord épididymaire du testicule. Cette veine, dans la partie moyenne de son trajet, présente un diamètre de près de 2 centimètres; elle va se jeter dans le plexus principal (*a*). Mais arrivée dans ce plexus, cette grosse veine, qui reçoit en outre un grand nombre de veines du testicule, se divise de nouveau en un certain nombre de branches qui vont se mélanger et s'anastomoser avec les veines que nous avons vues provenir des trois plexus secondaires (*c*, *d*, *e*).

Nous ferons remarquer qu'il y a là une disposition vasculaire spéciale dans ce gros vaisseau, qui une fois formé par la convergence des veines de la tête de l'épididyme et du testicule, se divise de nouveau en branches nombreuses pour contribuer à la formation du plexus principal (*a*).

Deuxième plexus principal (*b*). — Ce plexus est situé en dehors du repli séreux épididymo-testiculaire. Il ne contient que les veines qui proviennent de la partie moyenne de l'épididyme et les artères qui s'y rendent. Ces artères sont en petit nombre relativement aux veines et leur calibre ne dépasse pas celui d'une plume à écrire.

Il nous reste à parler des artères qui font partie du plexus principal (*a*). Elles sont, je le répète, peu nombreuses et d'un calibre relativement petit, par rapport aux veines environnantes.

Les unes, et c'est le plus petit nombre, font partie du plexus secondaire (*c*) et se rendent sur la queue de l'épididyme et l'origine du canal déférent. D'autres vont se mêler aux veines du plexus secondaire (*e*) pour arriver sur l'épididyme à la réunion de la partie moyenne avec la queue.

Quant aux autres artères qui cheminent dans le plexus prin-

cipal (*a*) et sont les plus volumineuses, elles pénètrent dans le testicule au niveau de son extrémité postérieure. Les unes s'y terminent; mais d'autres sortent du testicule après l'avoir traversé et vont, les unes, vers la tête de l'épididyme en s'accolant aux plexus veineux (*g* et *h*). Les autres émergent vers la partie moyenne du bord externe du testicule, et après avoir en quelque sorte, enlacé de leurs anastomoses la grosse veine que nous avons décrite plus haut, vont en cheminant sous le repli séreux, se jeter dans la partie moyenne de l'épididyme.

En résumé, on voit que chez le B. *Sibbaldii* le testicule et l'épididyme ont une circulation artérielle et veineuse commune. Seule la partie moyenne de l'épididyme reçoit ou émet des vaisseaux qui lui sont spécialement destinés.

III. — Appareil femelle.

A. ORGANES GÉNITAUX EXTERNES.

Les organes femelles externes des Balænides sont bien connus depuis les belles recherches d'Eschricht (loc. cit.) sur le Balænoptera *rostrata*. Il les a décrits avec soin et figurés chez un fœtus et chez un individu adulte. Plus récemment, Turner (18), dans son mémoire sur l'anatomie d'un fœtus de Balænoptera *Sibbaldii* a donné une description des organes femelles externes de la mère du fœtus mâle qui faisait le sujet de son examen. C'est également le Balænoptera *Sibbaldii* qu'il nous a été donné d'observer et après l'intéressant travail de Turner il ne nous resterait que fort peu de chose à dire, si nous n'avions eu l'heureuse occasion d'être en possession, à la fois, d'une vulve d'adulte et de deux fœtus mesurant l'un 0^m90 de longueur et l'autre 0^m40 seulement. Outre qu'il nous paraît intéressant de pouvoir comparer ces organes à divers âges, nous croyons utile d'ajouter quelques détails à ceux qu'à donné Turner, principalement en ce qui concerne la structure du clitoris.

Les organes femelles externes (pl. XV, fig. 1) consistent, on le sait en une vulve, limitée par deux grandes lèvres qui renferment dans leur angle antérieur un clitoris recouvert d'un prépuce. Celui-ci se prolongeant en arrière en deux petites lèvres, limite un vestibule où se trouve la papille uréthrale. Voici tout

d'abord les mensurations telles que nous les relevons chez les individus soumis à notre observation.

Nous les disposons en un tableau, qui permettra une rapide comparaison des chiffres.

	VULVE		CLITORIS		Dist. de l'angle post. de la vulve à l'anus.	Distance des mamelles au bord de la vulve.
	Longueur	Largeur	Long.	Largeur à la base		
	—	—	—	—		
Fœtus de 0^{m}40. .	0^{m}013	0^{m}003	0^{m}005	0^{m}0015	0^{m}006	0^{m}003
Fœtus de 0^{m}90. .	0^{m}02	0^{m}012	0^{m}007	0^{m}002	0^{m}013	0^{m}006
Bal.-Sibb. adulte.	0^{m}50		0^{m}11	0^{m}08	0^{m}27	0^{m}16
— — exam. p^{r} Turner.	0^{m}48		0^{m}18	0^{m}12		0^{m}24

L'anus et la vulve se trouvent sur une même ligne droite occupant la région médiane de la face ventrale du corps. L'espace qui sépare ces deux orifices est lisse chez notre jeune fœtus de 40 centimètres, légèrement plissé longitudinalement chez celui de 90 centimètres. La place qu'occupe les mamelles mérite d'être notée. Celles-ci en effet, cachées dans des replis de la peau, sont placées de chaque côté de la vulve, à peu près au niveau du bord postérieur des petites lèvres. Elles sont en somme, relativement plus éloignées de l'anus que les mamelles du mâle, qui siègent à quelque distance en arrière de la verge (comparez les figures pl. XIV, fig. 4 et pl. XVI, fig. 4).

Sans vouloir insister sur les rapports de ces diverses parties, notons encore que si l'on étudie les chiffres que nous donnons plus haut, on peut s'assurer que ces rapports varient très peu dans les diverses phases du développement de l'animal. En particulier, les distances de l'anus à la vulve et des mamelles à ce même orifice croissent à peu près en raison directe du développement du corps en longueur.

a. *Balœnoptera Sibbaldii.* — *Vulve.* — La vulve du Balænoptera *Sibbaldii* présente les mêmes caractères que chez le Balænoptera *rostrata* étudié par Eschricht. Comme l'a bien indiqué Turner, c'est un orifice oval, allongé, limité latéralement par deux grandes lèvres que forment de chaque côté un repli longitudinal et saillant de la peau. Ces deux replis recourbés en arc à convexité externe convergent l'un vers l'autre en avant et en arrière, mais toutefois ne se rejoignent pas. En avant, en effet,

le clitoris (pl. XV, fig. 1 *cl*) s'interpose entre eux. En arrière, on trouve dans l'angle qu'ils forment en se rapprochant l'un de l'autre, un épais repli saillant (*p*) impair. Ce dernier de forme triangulaire s'engage par son sommet entre les deux grandes lèvres et plonge dans le vagin, tandis que par sa surface il se perd en s'élargissant au voisinage de l'anus.

En avant du clitoris, c'est-à-dire à l'extrémité antérieure de la vulve, ce n'est pas un repli saillant qu'on observe comme à l'extrémité postérieure, mais au contraire une profonde et longue dépression (*s*) qui s'étend très loin en avant, suivant Turner jusqu'à une élévation arrondie qu'il considère comme un mont de Vénus et que la pièce que nous avons à notre disposition ne nous permet pas d'observer.

Clitoris. — La forme du clitoris (*cl*), chez notre individu adulte, répond bien à la description donnée par Turner. C'est un corps triquètre, dont l'une des faces est postérieure et les deux autres latérales, de telle sorte que l'un des angles dièdres est antérieur. L'extrémité libre de l'organe, fortement recourbée en arrière et en haut, va se placer non loin de la papille uréthrale (pl. XV, fig. 2, *c*). Une épaisse enveloppe préputiale recouvre le clitoris jusqu'à environ la moitié de sa hauteur et lui forme une sorte de capuchon qui contournant ses faces latérales se perd en arrière dans les petites lèvres. En avant, ce capuchon se prolonge en une longue pointe médiane qui s'étend à 25 centimètres au delà du clitoris vers l'ombilic, et occupe l'axe de la profonde dépression de la peau que nous avons signalée plus haut en avant de la vulve (fig. 1, *e*).

Dans les mémoires que nous avons consultés nous n'avons trouvé aucune indication sur la structure du clitoris, aussi, avons-nous pratiqué des coupes transversales à différents niveaux de l'organe, ce qui nous a permis d'observer une intéressante particularité consistant dans la présence d'un corps caverneux accompagné d'un corps spongieux. Sur la coupe menée vers le milieu de la hauteur du clitoris par exemple, nous trouvons (pl. XV, fig. 3), à l'extérieur, une couche épidermique noire, cornée, dense, recouvrant une zone de tissu fibreux, compact. L'épaisseur de ces deux couches réunies mesure 8 millimètres. En dedans se trouve un corps caverneux (*c*) reconnaissable à ses trabecules et à ses sinus. La coupe est

ovale, à grand diamètre antero-postérieur égal à 4 centimètres, à petit diamètre transversal égal à 2c3. Ce corps caverneux est situé entre les faces latérales, dans l'angle du clitoris. En arrière, tout l'espace libre est rempli par une masse de tissu érectile, composé de vaisseaux de gros calibre, parmi lesquels quelques-uns n'atteignent pas moins de 1 centimètre de diamètre (*sp*). C'est en somme, un véritable corps spongieux qui l'emporte de beaucoup en volume sur le corps caverneux. Comme on devait s'y attendre, d'après la forme générale que nous avons attribuée au clitoris, sa coupe transversale a la forme d'un triangle isocèle, dont le sommet est dirigé en avant et la base en arrière. La hauteur de ce triangle mesure, sur la coupe pratiquée vers le milieu du clitoris, 9c5 et sa base a une longueur de 7 centimètres.

b. *Fœtus de Balœn. Sibbaldii.* — Chez nos fœtus de Balænoptera *Sibbaldii*, la vulve et ses annexes révèlent les caractères généraux que nous venons d'indiquer chez l'adulte; toutefois, les grandes lèvres se font remarquer par la présence de replis saillants qui convergent vers le fond de l'orifice vulvaire (pl. XVI, fig. 4) et vont se perdre dans les plis du vagin. La vulve est proportionnellement moins allongée que chez l'adulte, elle est presque infundibuliforme. Dans son angle postérieur, le repli saillant qui se dirige vers l'anus est déjà bien apparent; et l'angle antérieur se continue vers l'ombilic par un léger sillon, première ébauche de la dépression considérable que nous avons signalée chez l'adulte.

Nous avons donné dans le tableau ci-dessus, les dimensions du clitoris chez nos deux sujets; sa forme est un peu différente de celle du clitoris de l'adulte. Il est en effet, conique, et son extrémité libre, rejetée en arrière, lui donne assez bien la forme d'un crochet, figure qui répond d'ailleurs parfaitement à la description donnée par Eschricht du clitoris d'un fœtus de Balænoptera *rostrata*, long de 33 centimètres.

c. *Balœnoptera musculus.* — Les organes génitaux externes, provenant de l'individu de 15m50, échoué près d'Arcachon, présentent les caractères suivants : de même que chez le Balænoptera *Sibbaldii*, on observe en avant du clitoris un profond sillon, mais ici ce sillon est relativement beaucoup plus court, il ne mesure que 28 centimètres. Il est de forme triangulaire,

son sommet antérieur, est à 1^m60 du nombril. A sa limite postérieure se montrent les petites lèvres qui, sous forme de deux replis minces, vont s'insérer sur les faces latérales du clitoris où elles semblent (pl. XV, fig. 9, *o*) se réfléchir pour se continuer en arrière et en bas en contournant cet organe et limiter ainsi un espace infundibuliforme au milieu duquel on aperçoit le meat urinaire (*u*), au sommet d'un mamelon conique.

Le clitoris nous a présenté d'intéressantes particularités qu'on ne retrouve pas chez le Balænoptera *Sibbaldii.* D'une part, le prépuce au lieu d'encapuchonner le clitoris, laisse cet organe presque complètement à découvert. Le prépuce a alors l'apparence d'un corps triquètre (*p*) épais qui siège en avant du clitoris et dont le bord libre présente une crète saillante et d'un tissu dense; sa base adhère au voisinage de la racine du clitoris; un sillon léger indique seulement la délimitation entre ces deux parties. D'autre part, la forme du clitoris est très particulière. Comparable (*c*) à une pyramide triangulaire dont le sommet libre est recourbé légèrement en arrière, il offre deux faces latérales légèrement convexes et une face postérieure marquée d'un sillon dans sa partie médiane. Le sommet de ce corps n'est pas pointu, mais au contraire étalé en un bord demi-circulaire, divisé par quatre sillons profonds en autant de petits lobes inégaux triangulaires (*d*), réunis latéralement par un pont mince de muqueuse. Cette structure spéciale du clitoris et la situation de son prépuce, caractérisent très nettement ces organes du Balænoptera *musculus.*

Voici les dimensions du clitoris : de la racine à la pointe 0^m05. Diamètre transversal à la base 0^m027. Longueur des lobes de l'extrémité 9 millimètres en moyenne.

La vulve présente les mêmes caractères que chez le Balænoptera *Sibbaldii.* Sa largeur moyenne égale 6 centimètres 5. La distance du clitoris au repli postérieur est de 11 centimètres. La distance de l'angle postérieur de la vulve à l'anus est de 28 centimètres, ses bords sont à 10 centimètres de la fente des mamelles.

B. ORGANES FEMELLES INTERNES.

Nous avons été, pour cette partie de notre travail, favorisés par l'abondance des matériaux dont nous disposions. Il nous a été

donné en effet d'étudier les organes femelles comparativement chez trois fœtus de Balænoptera *Sibbaldii*, mesurant 0,90 cent., — 1^{m}50 et 4 mètres, et chez un jeune Balænoptera *musculus* de 12 mètres. D'autre part, nous possédions un ovaire, et une portion d'utérus gravide d'un Balænoptera *Sibbaldii* ainsi que le lambeau correspondant du chorion fœtal. Enfin, le chorion et l'amnios d'un fœtus de Balænoptera *Sibbaldii* de 1^{m}50. La description de ces pièces présente d'autant plus d'intérêt qu'elles n'ont, chez les espèces que nous mentionnons, fait le sujet d'aucune étude spéciale. Relativement aux organes femelles internes des Cétacés, on ne trouve en effet que des indications qui concernent le Balænoptera *rostrata*. Ces indications très succinctes et incomplètes dans un mémoire de Vrolik (19) publié en 1838, sont plus détaillées et très précises dans les travaux d'Eschricht. Le mémoire de Rapp sur les Cétacés ne traite que des organes femelles du Marsouin et Hunter paraît autrefois, de son côté, avoir pris le Dauphin pour type dans le chapitre qu'il consacre à l'étude de ces organes. C'est donc la description donnée par Eschricht qui nous servira de terme de comparaison dans l'étude qui va suivre.

Chez les Cétacés dont nous nous occupons aussi bien que chez tous ceux qui ont été déjà étudiés, l'appareil femelle interne se compose des organes suivants; le vagin assez allongé auquel fait suite l'utérus bicorne, les trompes et les ovaires. A partir de leur origine, les cornes vont en divergeant et décrivent une courbe très prononcée à concavité postérieure. L'espace compris de chaque côté entre le bord concave des cornes et le corps de l'utérus est rempli par le ligament large.

a. *Balænoptera Sibbaldii de* 0,90 *centimètres*. — Chez le jeune Balænoptera *Sibbaldii* de 0,90 centimètres nous avons pu observer les organes en place; voici quels sont leurs rapports. L'utérus est placé immédiatement au-dessus de la vessie. Le sommet de ce réservoir très allongé, dépasse de 0^{m}15, l'extrémité supérieure du corps de l'utérus, et arrive ainsi au même niveau que le sommet de la courbe décrite par les cornes. Les ligaments larges (pl. XVI, fig. 1, *l*) forment avec le corps de l'utérus un plan qui sépare la cavité abdominale en deux parties; dans la partie supérieure se trouvent les uretères et le rectum; dans la partie inférieure, la vessie. De chaque côté le ligament

large se dédouble à son bord postérieur en deux lames ; l'une postérieure passe sur la paroi supérieure de la vessie et s'y attache, l'autre antérieure se dirige en avant et sous forme d'un ligament épais et rond gagne l'extrémité postérieure du rein. C'est dans ce repli séreux que se trouve l'uretère (*ur*) qu'on peut suivre ainsi jusqu'à son entrée dans la vessie.

Le vagin et le corps de l'utérus forment un seul tube conique dont le sommet se bifurque en deux cornes. La longueur de ce tube égale environ 10 centimètres. La longueur de chacune des cornes à partir du point de bifurcation de l'utérus est de 6 centimètres. Elles mesurent, paroi comprise, un diamètre transversal de 8 millimètres dans leur région moyenne.

Ovaire.— L'ovaire est situé dans le ligament large à l'extrémité des cornes utérines. De forme ovoïde, presque cylindrique, cet organe est en rapport direct avec la trompe qui longe son bord externe (*o*). Son extrémité postérieure est arrondie et plus volumineuse que l'extrémité antérieure qui s'amincit et se réfléchit en dehors. A cette dernière extrémité on voit s'attacher un ligament fort et arrondi (*r*) qui s'étend jusqu'au péritoine pariétal en dehors et au-dessus de l'extrémité postérieure du rein. La longueur de l'ovaire est de $0^{m}017$. Sa largeur à sa plus grosse extrémité mesure $0^{m}008$ et $0^{m}007$ seulement à l'extrémité opposée.

Trompe. — Nous avons dit plus haut que la trompe de Fallope longe le bord externe de l'ovaire. Ce canal présente une disposition spéciale. En effet, dans son trajet, il présente des courbes rapprochées, dont les anses font saillie alternativement (pl. XVI, fig. 3, *o*) à la face externe et à la face interne de la portion du ligament large dans laquelle il est compris. Si nous passons à l'étude de la muqueuse qui tapisse intérieurement l'appareil génital, nous observons que depuis l'orifice du vagin jusqu'au pavillon des trompes, celle-ci est relevée de plis nombreux à direction variable, mais le plus souvent parallèles à l'axe de l'organe. Cette remarque générale étant faite, nous allons procéder à la description spéciale de chacune des régions de l'appareil génital.

1° *Muqueuse du vagin.* — Chez notre fœtus, le vagin étant ouvert dans toute sa longueur, nous remarquons à la surface de la muqueuse une grande quantité de petits plis fins et serrés qui, partant de la ligne médiane de la paroi inférieure du tube, diver-

gent dans tous les sens et s'étendent sur les parois latérales et supérieure. Outre ces plis, on observe sept replis annulaires très élevés et saillants dans la cavité du vagin. Ils sont formés par l'adossement de la muqueuse à elle-même; celle-ci par ce moyen se développe en lames plus ou moins élevées à la surface desquelles passent les plis signalés plus haut. Ceux-ci, à la base du repli, s'anastomosent entre eux et deviennent alors plus épais et plus espacés sur les surfaces des replis annulaires dont les bords libres sont comme festonnés. Cette dernière apparence est le résultat direct de l'existence des plis et des sillons qui alternent entre eux.

Le premier repli transversal se montre à $0^{m}036$ au-dessus de la vulve. Il est très incomplet, et n'occupe qu'une faible partie de la circonférence du vagin; il est peu saillant. Viennent ensuite quatre replis mesurant chacun environ 4 millimètres de hauteur. Dirigés en arrière, ils s'emboîtent les uns dans les autres à la façon de cornets, vu le peu d'étendue des espaces qui les séparent. Tous sont complets, infundibuliformes et attachés à la muqueuse par leur bord évasé.

Enfin, deux autres replis dont le premier mesure $0^{m}006$ de haut, et le second $0^{m}004$, mais présente une épaisseur beaucoup plus grande se trouvent au delà des précédents. Ces replis, forment, lorsqu'on rapproche les bords sectionnés du vagin, deux sortes de bourrelets hémisphériques à convexité postérieure, percés d'un orifice au centre, et en tout semblables au museau de tanche chez la femme. Sur ces derniers replis, la muqueuse est relevée de plis longitudinaux plus saillants que dans le reste de l'étendue du vagin.

2° *Muqueuse utérine.* — Au delà du dernier repli, la muqueuse change d'aspect. Les plis longitudinaux deviennent moins nombreux, plus espacés par suite, mais aussi plus élevés. Cette portion des voies génitales qui constitue le corps de l'utérus, mesure chez notre jeune fœtus $0^{m}024$ en longueur. A 1 cent. 4 au-dessus de l'ouverture du vagin, on aperçoit sur la muqueuse, et au côté droit de l'utérus une large ouverture béante (pl. XVII, fig. 1, *o*) limitée en dedans par un repli de la muqueuse dont le bord libre en forme d'arc, s'unit par ses deux extrémités à la muqueuse de la paroi droite en se confondant avec ses plis. Ce repli se continuant jusqu'à l'extrémité antérieure du corps de

l'utérus forme, avec la paroi droite de ce dernier un canal cylindrique qui est la première partie de la corne droite s'ouvrant dans l'utérus à $0^{m}014$ du vagin. La corne gauche nous a paru avoir son orifice plus en avant, au niveau de la bifurcation apparente du corps de l'utérus. Il en résulte que ces deux cornes n'ont pas la même longueur. La corne droite mesure, en effet, $0^{m}07$ tandis que la gauche ne mesure que $0^{m}06$.

b. *Balænoptera Sibbaldii de 4 mètres.* — Chez notre fœtus de Balænoptera *Sibbaldii* de 4 mètres nous n'avons pu prendre la longueur du vagin, dont toute la partie postérieure nous manquait. Le corps de l'utérus mesure $0^{m}10$ de longueur sur $0^{m}025$ de largeur dans sa partie moyenne. Les cornes ont 20 centimètres de longueur sur 2 centimètres de large.

Ovaire. — L'ovaire beaucoup plus volumineux que chez le fœtus précédent est toujours ovoïde; sa surface n'est point lisse, mais profondément sillonnée d'anfractuosités irrégulières qui la font paraître comme divisée en circonvulutions. La longueur de l'organe est de $0^{m}08$. Sa largeur dans la partie médiane, de $0^{m}04$.

Chez les fœtus de Balænoptera *rostrata* observés par Eschricht, les ovaires étaient cylindriques et les mensurations relevées par l'auteur concordent absolument avec celles que nous venons de donner.

Chacun de ces organes est, avec la trompe, dans les mêmes rapports que chez notre fœtus de 90 centimètres. — Celle-ci a la forme d'un large entonnoir dont l'aile interne nous paraît plus développée que l'aile externe. Ses bords n'offrent aucune trace de franges, mais sa surface interne est relevée de plis saillants qui convergent vers l'orifice de l'oviducte et qui se continuent dans les plis de la muqueuse de ce conduit. Toute la surface interne du pavilllon présente en outre une fine réticulation produite par l'entrecroisement de très petits plis linéaires. Les mailles de ce réseau sont polyédriques ou rectangulaires.

Muqueuse. — La muqueuse des voies génitales est relevée dans toute son étendue de plis longitudinaux, et dans le vagin presente de nombreux replis annulaires semblables à ceux que nous avons décrits chez notre fœtus de 90 centimètres, mais ici, le degré plus avancé du développement nous permet d'entrer dans quelques détails (pl. XVI, fig. 2).

Les replis annulaires du vagin sont au nombre de 8, qui présentent, en commençant par le plus rapproché de la vulve, les caractères suivants :

Le premier repli (1) est incomplet, peu saillant, il s'étend à peine sur un tiers de la circonférence de la paroi du vagin.

Le second (2) qui se trouve à 1 centimètre environ au-dessus, est un repli annulaire complet, plus saillant et qui n'offre d'ailleurs rien de particulier à noter.

Le troisième (3) repli présente au contraire une disposition spéciale ; plus élevé sur les parois latérales et supérieure du vagin, il devient insensiblement très bas sur la paroi inférieure, où son bord libre offre une concavité prononcée.

Le quatrième repli offre un développement en sens contraire. Peu proéminent sur les parois latérales et supérieure du vagin, il acquiert, au contraire, une grande hauteur sur la paroi inférieure et forme là une sorte de tablier à bord libre convexe qui dirigé en arrière, recouvre la partie concave du repli postérieur. Le cinquième repli remarquable tout d'abord par ce fait que les plis longitudinaux y deviennent plus apparents et plus espacés, est très dévéloppé, forme 2 tours de spire à l'intérieur du vagin et constitue une véritable valvule spirale dont les bords libres présentent un grand développement.

Le sixième repli constitue une sorte de bourrelet hémisphérique saillant en arrière et percé d'un orifice en son centre. Au point d'attache de ce bourrelet à la paroi du vagin, la muqueuse semble se dédoubler et constituer un autre repli, de forme conique, saillant en avant. Le sommet de ce cône, percé d'une ouverture, correspond au sommet dirigé en arrière du septième et dernier repli conique, et qui forme la limite entre le vagin et l'utérus. La hauteur de ces derniers bourrelets est de 2 cent. et leur diamètre transversal à la base mesure 3 cent. environ.

Comme chez notre jeune individu de 90 cent. les plis longitudinaux changent de caractère dans l'utérus. Ici, aussi, nous voyons la corne droite se greffer sur le corps de l'utérus à peu de distance du museau de tanche.

c. *Balænoptera Sibbaldii adulte.* — Nous n'avons pu malheureusement observer le vagin et l'utérus d'un adulte, mais nous avons eu à notre disposition un ovaire, circonstance qui nous

permet de donner quelques détails complémentaires sur cet organe chez l'espèce qui nous occupe.

Cet organe ovoïde (pl. XVI, fig. 5 et pl. XVII, fig. 4), un peu reniforme, mesure 35 cent. de long sur 16 cent. de large et 8 cent. d'épaisseur. Sa face antérieure est creusée d'un très profond sillon qui s'étend obliquement de son extrémité antérieure à son extrémité postérieure. Ce sillon est occupé par de volumineuses veines, dont le tronc principal, sinueux, ne mesure pas moins de $0^{m}17$ de diamètre. De distance en distance, des veines, émanées des parties profondes de l'organe, viennent déboucher dans ce tronc veineux qu'accompagne une artère relativement peu considérable. Des bords du hile, ainsi formé, partent de profonds sillons qui passent sur la surface supérieure de l'ovaire et délimitent des circonvolutions épaisses, irrégulières, ainsi que le montre notre fig. 4, pl. XVII.

d. *Balænoptera musculus de* 12 *mètres*. — A première vue, l'appareil femelle du Balænoptera *musculus* offre une intéressante particularité. En effet, dans l'épaisseur du ligament large, de chaque côté de l'utérus, nous observons une masse volumineuse un peu ovoïde, presqu'arrondie, (pl. XVII, fig. *a*) qui fait saillie aux deux surfaces inférieure et supérieure du ligament et qui mesure 20 cent. dans son grand diamètre antéro-postérieur et 15 cent. de diamètre transversal. Cette masse, épaisse de $0^{m}35$ en son centre (ces mesures ont été prises sur des pièces plus ou moins rétractées à la suite d'une macération prolongée dans l'alcool), présente sur ses deux surfaces de profonds sillons irréguliers et dirigés dans tous les sens. A la coupe, on reconnaît qu'elle n'est formée que de graisse et de vaisseaux assez nombreux. Cette pelote graisseuse renfermée entre les feuillets des ligaments larges paraît particulière au Balænoptera *musculus*. Nous ne l'avons point retrouvée chez les divers sujets de l'espèce *Sibbaldii* soumis à nos investigations, et Eschricht n'en parle pas non plus dans sa description des organes femelles du Balænoptera *rostrata*. Nous devons ajouter, toutefois, que ces derniers individus étant encore très jeunes et à l'état fœtal, il se peut qu'à cet âge cette formation ne soit pas encore développée (1).

(1) Cette réserve nous paraît d'autant plus nécessaire que parmi les pièces rap-

Le vagin et le corps de l'utérus réunis ont 55 cent. de longueur. Quant au diamètre transversal du vagin, il va en diminuant à mesure qu'on se rapproche du corps de l'utérus, ainsi que le montrent les mensurations suivantes: diamètre transversal 10 cent. dans la région moyenne et 6 cent. seulement près du corps de l'utérus. L'utérus lui-même est presque cylindrique et mesure $0^{m}045$ de largeur. Les cornes (*c*), longues de 40 cent. ont en diamètre transversal (paroi comprise) $0^{m}035$ au niveau de leur origine et $0^{m}025$ à leur terminaison, c'est-à-dire au niveau de l'orifice des trompes. La trompe (pl. XVII, fig. 3, *t*) du Balænoptera *musculus* s'étend en ligne droite. Très délié et difficile à retrouver dans l'épaisseur du ligament large, ce canal mesure 20 cent. de longueur. Son diamètre transversal est de 7 millimètres. Il se termine en un pavillon en forme de cornet évasé (*p*), dont les ailes présentent à un haut degré l'inégalité de développement en surface que nous signalions plus haut chez le fœtus de Balænoptera *Sibbaldii*. D'ailleurs, aucune trace de franges sur les bords qui sont unis ou à peine ondulés. Des plis nombreux convergent vers l'orifice de l'oviducte qui mesure 11 millimètres de diamètre, et une fine réticulation (*m*) se remarque sur toute la surface du pavillon comme chez l'espèce précédemment étudiée.

Muqueuse. — La muqueuse du vagin (pl. XVII, fig. 2) est relevée de plis longitudinaux bien développés (*l*), très rapprochés et plus serrés au voisinage de l'utérus. En outre, des replis annulaires de la muqueuse au nombre de quatre seulement sont à signaler.

Le premier de ces replis se trouve à 15 centimètres en arrière de l'utérus. Il est très incomplet, formé par adossement des plis longitudinaux de la muqueuse sur une ligne circulaire. Ce repli ne s'étend que sur une petite partie du vagin.

Le second repli se trouve à 6 cent. en avant de cette première ébauche. Il est complet, très élevé à la surface de la muqueuse, et marqué sur sa surface de plis longitudinaux très saillants en continuité avec ceux du vagin. Si l'on rapproche les bords de la section faite aux parois du vagin, on constate que ce repli a la forme d'un entonnoir dont la petite ouverture est dirigée

portées par M. Pouchet, et provenant d'individus de l'espèce *Sibbaldii*, figurent deux masses graisseuses qui nous semblent provenir des ligaments larges.

en arrière et mesure 0m012 de diamètre. La hauteur de ce repli est de 0m015. Ses bords libres sont très épais, vu la forte saillie des plis qui y aboutissent.

Le troisième repli se trouve à 4 cent. au delà du précédent; il a la même forme, mais est moins large vu le rétrécissement du vagin en cet endroit. La saillie de ce nouveau repli est de 0m012.

Enfin, à 3 cent. en avant, se trouve le quatrième et dernier repli, infundibuliforme comme les précédents et dirigé en arrière. Il mesure 1 cent. de hauteur.

A l'union de ces divers replis avec la muqueuse du vagin, les plis longitudinaux qui sillonnent cette muqueuse se réunissent par 3 ou 4 pour former les plis qui passent sur les replis transversaux, il en résulte que la surface de ces derniers est relevée de saillies longitudinales épaisses et assez écartées.

Utérus. — L'utérus a 25 cent. de longueur, l'orifice de la corne droite se trouve à 17 cent. en avant du museau de tanche (pl. XVII, fig, 1, *o*). Cette corne est longue de 48 cent., tandis que la corne gauche n'a pas plus de 40 cent. de long. Ici, comme chez le Balænoptera *Sibbaldii*, la corne droite est greffée sur le corps de l'utérus et n'est pas le résultat de sa bifurcation. Nous n'avons trouvé en consultant les mémoires qui traitent de l'anatomie des Balænides aucune mention du fait que nous relevons ici. Il est probable cependant que cette disposition est générale. Il est certain qu'elle se retrouve chez d'autres Cétacés.

Turner, en effet, dans son mémoire sur l'Orca (15), signale dans l'utérus un pli vertical de la muqueuse, dont le bord postérieur libre est en forme de faucille et qui constitue une cloison médiane entre les deux cornes à la partie antérieure de l'utérus. Cette disposition n'est pas à la vérité absolument semblable à celle que nous signalons chez nos Balænoptères. Le repli de la muqueuse n'est point vertical dans nos sujets. C'est une sorte de voûte hémicylindrique qui, avec la paroi droite de l'utérus, forme un canal qui n'est autre que la première portion de la corne droite. Mais toute la portion située à gauche de cette cloison ne fait pas partie, croyons-nous, de la corne gauche. C'est le prolongement du corps de l'utérus, et l'orifice de la corne gauche ne se trouve que plus en avant, au niveau de la bifurcation apparente de

l'organe. Nous adoptons cette manière de voir, parce que, jusqu'à ce niveau, nous n'observons aucune modification dans la muqueuse, tandis que la muqueuse de la corne elle-même présente un aspect différent.

Muqueuse des cornes. — Celle-ci, en effet, offre les caractères suivants : les plis longitudinaux qui passent du corps de l'utérus dans les cornes augmentent d'abord en hauteur et s'écartent davantage les uns des autres. En même temps, leurs anastomoses deviennent plus fréquentes. Vers la région moyenne de la corne, ces plis se rapprochent un peu, tout en restant encore assez écartés. Ils s'anastomosent entre eux, à angle aigu. Encore très élevés, ils forment comme des lames à bord libre rectiligne, implantées perpendiculairement à la paroi du canal. Enfin, vers l'extrémité de celui-ci, les plis diminuent de hauteur, en même temps que leur bord libre devient légèrement sinueux, et ceux qui persistent vont converger vers l'orifice de la trompe et passent dans ce canal où nous les avons décrits plus haut.

Remarques. — Si nous jetons un coup d'œil d'ensemble sur les descriptions qui précèdent, nous voyons que chez nos deux espèces de Balænoptères, la physionomie de la muqueuse du vagin est assez différente.

Chez le Balænoptera *Sibbaldii,* les replis sont nombreux et très irréguliers. Chez Balænoptera *musculus,* au contraire, il n'y a, en tout, que 4 replis tous infundibuliformes et qui ne varient que par leur saillie plus ou moins grande.

Cette disposition de la muqueuse du vagin rappelle celle que l'on observe chez beaucoup de Ruminants ; elle serait générale chez les Cétacés d'après Hunter ; cependant Rapp ne mentionne chez le Marsouin qu'un repli en forme de bourrelet situé à la limite entre l'utérus et le vagin. Quoiqu'il en soit, les Balænoptères nous semblent posséder tous la structure caractéristique que nous signalons. C'est ainsi que chez le Balænoptera *rostrata,* suivant Eschricht, on trouve dans le vagin 8 replis, dont 3 ou 4 complets forment des anneaux sur la muqueuse. Comme chez nos espèces, tous ces replis parallèles entre eux ont leur bord libre dirigé vers l'extérieur. Il n'y aurait en somme que des différences de nombre et d'arrangement suivant les espèces, mais ces différences n'en sont pas moins remarquables chez

des individus qui présentent des caractères extérieurs peu tranchés.

Nous appelons aussi l'attention sur l'absence de franges au pavillon des trompes.

Vrolik (16) avance dans sa description très succincte des organes femelles internes du Balænoptera *rostrata*, que l'extrémité de chaque corne est ouverte et environnée de franges comme chez la femme. Mais nous ne trouvons nulle part confirmation de cette opinion. Eschricht, ne parle pas du pavillon de la trompe, Hunter, d'autre part, compare la dilatation formée par les trompes à un cor de chasse, ce qui répond bien à ce que nous avons vu, mais élimine toute idée de franges. Rapp, enfin, dit que chez le Delph. *phocæna* qu'il a observé, l'extrémité libre de la trompe se dilate extraordinairement en forme d'entonnoir mesurant plus de 6 cent. de diamètre, mais dont les bords n'offrent aucun prolongement en forme de franges. Il résulte donc de nos recherches, comme de celles de la plupart de nos devanciers, que chez les Cétacés, le pavillon de la trompe s'évase à la manière d'un entonnoir, mais qu'il n'existe pas de franges.

IV. — **Utérus gravide et membranes fœtales de Balænoptera Sibbaldii.**

Turner (15) dans l'intéressant mémoire que nous avons fréquemment cité au cours de cet exposé, émet cette supposition que la muqueuse de l'utérus maternel qu'il n'a pu observer doit présenter de nombreuses dépressions dans lesquelles pénètrent les plis du chorion fœtal. Il nous est malheureusement impossible de faire une description complète de la muqueuse de l'utérus gravide ; cependant la portion que nous possédons nous permet de donner une idée générale des modifications que subit la muqueuse utérine (1) sous l'influence de la présence de l'embryon.

Le lambeau que nous avons sous les yeux mesure $0^{m}40$ de

(1) Un mémoire sur la muqueuse utérine de quelques animaux à placenta diffus, publié dans ce recueil (T. XVII, juillet-août 1881, p. 277), par le Dr Planteau, renferme quelques détails sur la structure histologique de la muqueuse de l'Utérus gravide du Balœnoptera Sibbaldii. Comme chez la jument, elle présente des sortes de cupules plus irrégulières toutefois dans leur forme et leur disposition.

long sur $0^{m},20$ de large. La muqueuse (pl. XVIII, fig. 1) est relevée de plis longitudinaux (*a*) à peu près parallèles, de longueur très inégale, séparés par des sillons de largeur variable. Nous comptons huit de ces replis. Leur bord libre est légèrement ondulé, convexe. La hauteur des plus élevés est de 6 cent., celle des plus bas ne dépasse pas 1 millimètre. Les premiers s'élèvent brusquement puis s'abaissent insensiblement et se perdent parmi les seconds.

La surface de toute la muqueuse et particulièrement la surface des replis est délicatement réticulée (*p*). Ce réseau à mailles polygonales ou rectangulaires est formé par l'entrecroisement, sous des angles variés, de très minces replis de la membrane. On trouve aussi des mailles arrondies ou ovoïdes, plus profondes, semblables à de petites fossettes subdivisées en cryptes dont les dispositions répondent à la forme des villosités du chorion fœtal. Cette structure très complexe se retrouve aussi, d'après Turner, et avec des caractères absolument semblables dans l'utérus gravide de l'Orca.

Si nous passons à l'examen de la portion du chorion fœtal (pl. XVIII, fig. 2) de notre jeune Balænoptera *Sibbaldii* de 4 mètres correspondant à la portion de muqueuse utérine que nous venons de décrire, il ne nous reste que fort peu de chose à ajouter à la description faite par Turner. Comme lui, nous constatons l'apparence villeuse de toute la surface du chorion, nous la voyons également sillonnée de plis nombreux variables en hauteur et en direction. Le plus grand d'entre eux est couvert de plis secondaires sillonnés eux-mêmes de plis moins développés. Chacun de ces plis est hérissé à sa surface de villosités serrées les unes contre les autres et groupées le plus souvent de manière à prendre l'apparence de petites têtes de choux-fleurs.

Les espaces du chorion compris entre les plis principaux sont relevés de quelques plis peu saillants parallèles aux précédents et couverts également de villosités moins nombreuses et moins serrées toutefois que sur les faces et les bords libres des plis principaux. Les villosités deviennent plus rares encore dans les intervalles qui séparent ces plis.

Quant aux rapports qui existent entre les plis du chorion fœtal et ceux de la muqueuse interne, ils ne sont pas absolument tels

que le supposait Turner. Ce ne sont pas les plis du chorion qui viennent s'enfoncer dans de profondes cavités de la muqueuse maternelle, mais bien les plis de cette dernière qui se trouvent coiffés par les replis du chorion fœtal, autrement dit qui s'enfoncent dans les anfractuosités qui séparent deux plis du chorion. Nous avons pu sur le sujet nous convaincre de ce mode de disposition.

Si maintenant, on jette un coup d'œil d'ensemble sur l'organisation de la muqueuse interne et du chorion fœtal, on ne peut s'empêcher, avec Turner, de comparer cet ensemble que la dispersion des villosités groupe parmi les placentas diffus, comme un passage aux placentas cotylédonaires des Ruminants. Ces grands replis couverts de villosités pressées et serrées les unes contre les autres jusqu'à se confondre, forment, relativement au reste de la surface des membranes de véritables cotyledons.

D'après Turner, il existe dans le chorion fœtal du Balænoptera *Sibbaldii* trois pôles ou points dénudés de villosités, correspondant aux deux cornes et, dans le corps de l'utérus, au point opposé au museau de tanche. Ce caractère, suivant le même anatomiste, ainsi que la disposition des villosités et des capillaires rapprocheraient le mode de placentation des Cétacés de celui de la jument plus que de tout autre. Nous ne pouvons que nous ranger à l'opinion de Turner. Ce rapprochement, en effet, nous a paru surtout incontestable à l'examen d'un chorion de fœtus moins âgé que celui que nous avons décrit plus haut.

Là, en effet, la surface n'offre encore qu'un petit nombre de plis élevés. Nous n'en trouvons pas plus de quatre sur une étendue de 70 cent., tandis que nous en trouvions trois chez notre premier fœtus sur une surface de 20 cent. seulement. Ces plis mesurent $0^{m},025$ de hauteur en moyenne. Tout le reste de la membrane est sillonné de petits plis, comme chez la jument, dirigés pour la plupart suivant le grand axe de la muqueuse utérine. De place en place cependant, nous observons quelques plis dirigés obliquement ou transversalement et qui établissent des anastomoses entre les plis longitudinaux.

Disposition des membranes fœtales. — Turner dans son mémoire sur l'Orca, a signalé la persistance de l'allantoïde chez ce cétacé et a figuré les rapports que présente cette cavité développée avec les autres membranes fœtales. Le mauvais état de

ces membranes chez le Balænoptera *Sibbaldii* qu'il avait eu à sa disposition ne lui a pas permis de faire une observation comparative. Nous pouvons combler cette lacune, car nous possédons les membranes fœtales à peu près complètes d'un jeune Balænoptera Sibbaldii de 1m50.

Grâce à ces pièces et aux observations faites sur place par M. Pouchet, et qu'il a bien voulu nous communiquer, nous pouvons établir les faits suivants : le fœtus étant enveloppé dans l'amnios, on voit à la surface extérieure de cette membrane et du côté ventral du fœtus, s'étaler un large sac qui se prolonge par un long cul-de-sac dans le cordon. Cette cavité représente l'allantoïde développée et persistante. Son cul-de-sac sur le sujet que nous observons a une grande étendue, car nous l'avons vu se prolonger dans toute la longueur d'une portion de cordon, mesurant 75 cent. Nous ne pouvons rien dire de sa communication avec la vessie. D'après les souvenirs de M. Pouchet, cette cavité allantoïdienne était remplie d'un liquide trouble comme chez les Jumentés.

A quelques centimètres en arrière de la bifurcation du cordon le cul-de-sac de l'allantoïde avait 3 cent. de circonférence.

La cloison allantoïdo-amniotique est peu épaisse, résistante, et renferme d'assez nombreux vaisseaux artériels et veineux (rappelons à ce sujet qu'on voit les mêmes vaisseaux chez les Jumentés).

L'amnios, particulièrement dans la région funiculaire, et le cordon dans toute son étendue, sont parsemés de petits corps hippomanes de dimensions et de formes très variées. D'une couleur brune tranchant vivement sur la surface de la membrane, ces petits corps sont tantôt sessiles, tantôt pédiculés. Les uns, simples, sont de forme cubique ou rectangulaire ; les autres composés, sont formés de groupes de petites masses et affectent l'apparence de croix, d'étoiles, ou de petits amas déchiquetés sur leurs bords. Les plus tenus ont à peu près le volume d'une tête d'épingle ; les plus gros atteignent cinq ou six fois cette dimension.

V. — **Mamelles.**

Les mamelles des Balænides sont essentiellement scrotales,

placées chez la femelle au niveau des grandes lèvres et chez le mâle entre la verge et l'anus.

Turner a donné une description complète de cette glande chez le Balænoptera *Sibbaldii*. Le mamelon caché dans un profond sillon de la peau est plus rapproché de la partie postérieure de la glande que de son extrémité antérieure, qui va loin en avant, se terminant en pointe. Ce qui caractérise cet organe, c'est la dilatation du canal galactophore central en un large sinus, dans lequel viennent déboucher obliquement des canaux secondaires. Ce sinus est immédiatement situé en arrière du mamelon et se retrécit brusquement en un tube qui traverse le mamelon et vient s'ouvrir à son sommet.

Enfin, un muscle puissant, situé au-dessous de la glande mammaire, aide au trajet du lait dans les canaux et à sa sortie par l'orifice du mamelon. Hunter avait déjà fait une semblable description chez les Cétacés en général et avait fait remarquer que de chaque côté du sillon dans lequel est logé le mamelon on trouve un autre sillon qui paraîtrait avoir pour but de faciliter les mouvements des parties voisines, ce qui paraît peu probable en raison de la rigidité absolue des tissus de cette région.

a. Chez un Balænoptera *Sibbaldii* adulte, nous avons pu vérifier l'exactitude de tous les détails donnés par Turner; nous notons, pour la comparaison, les mensurations des parties les plus intéressantes de cet organe. Le diamètre transversal interne du canal galactophore central avant sa dilatation en sinus, est de 4 centimètres. Le sinus lui-même, est une sorte de vaste poche ovoïde, présentant en avant un cul-de-sac, dans le fond duquel se trouve l'orifice du tube central du mamelon. La muqueuse de ce sinus présente huit ou dix ouvertures, que des replis valvulaires transforment en orifices semilunaires. Cette muqueuse est à peu près complètement lisse, la plicature qu'on observait dans le canal disparaissant à l'origine du sinus. Le diamètre transversal de ce sinus est de $0^m,10$; au fond du cul-de-sac qu'il forme en avant, il se retrécit brusquement en un canal de $0^m,015$ de diamètre qui pénètre immédiatement dans le mamelon.

b. Chez nos Balænoptera *Musculus* de l'Ile de Sein (12 mètres) et d'Arcachon (15^m50), la fente au fond de laquelle se trouve le

mamelon mesure environ 0^m,05 de long sur 0^m,015 de large. Les bords sont remarquablement renflés en bourrelet au niveau du mamelon et ressemblent assez aux grandes lèvres de la vulve des Cétacés.

Le mamelon lui-même, entouré à sa base d'un repli circulaire de peau dans lequel il est en partie invaginé, est remarquable par l'existence à sa surface de nombreuses papilles dilatées à leur sommet et serrées les unes contre les autres comme les poils d'une brosse. Ces papilles passent même sur le repli circulaire de la base du mamelon. La forme de cet organe paraît moins allongée d'avant en arrière que chez les deux précédentes espèces. C'est plutôt une sorte de cône tronqué, mesurant 0^m,007 de petit diamètre transversal sur 0^m,013 de diamètre antéro-postérieur; sa hauteur est de 1 centimètre. L'orifice du canal qui traverse le mamelon est plus rapproché de son bord antérieur que de son bord postérieur. Il présente 0^m,002 de diamètre au sommet du mamelon et 0^m,005 à son origine. Le sinus qui le forme en se retrécissant, mesure 0^m,005 de diamètre antéro-postérieur, sur 0^m,045 de large. Il est, par conséquent, presque sphérique.

Enfin, nous trouvons également un muscle rétracteur du mamelon qui mesure 3 centimètres de large.

c. Chez un Megaptera *Boops* de 18 mètres de long (pl. XVIII, fig. 3 et 4), nous trouvons les glandes mammaires conformées d'une manière générale comme chez le Balænoptera *Sibbaldii*. La fente au fond de laquelle se trouve le mamelon, mesure 0^m,18 de long sur 0^m,06 de large. Au niveau du mamelon, les bords de cette fente présentent un épaississement en forme de bourrelet; à 0^m,06 en dehors de cette fente, on aperçoit un sillon de la peau et plus en avant un autre plus rapprohé, distant seulement de 0^m,035.

Le mamelon est blanc, allongé et percé dans son tiers antérieur d'un orifice mesurant 0^m,005 de diamètre. Cette ouverture est limitée sur ses bords par une lèvre disposée en spirale, qui s'enfonce dans le tube occupant l'axe du mamelon. Sa surface est pourvue de plis parallèles ou obliques à son grand axe. Ce grand axe antéro-postérieur, mesure 0^m,042, le petit diamètre est de 0^m,023. La hauteur du mamelon de 0^m,04.

Sous la peau, dans la pièce que nous avons examinée, nous

trouvons un sinus qui, au niveau où nous avons pu l'observer, mesure 0m,05 de diamètre transversal (fig. 4). Le canal qu'il forme en se retrécissant pour pénétrer dans le mamelon, mesure 0m,01 de diamètre à son origine (1).

Sous le sinus, nous apercevons un muscle volumineux (*m*), mesurant 0m,055 de largeur. De ce faisceau partent des fibres qui vont se fixer sur les parois du sinus, le faisceau lui-même s'aplatit et s'insère à la base du mamelon en plongeant dans l'épaisseur du derme.

D'après les descriptions qui précèdent, on peut voir que la glande mammaire, chez les Mysticètes, se présente conformée sur un plan général identique, comme il en est d'ailleurs de toutes les autres parties de l'appareil génital qui ont fait le sujet de ce mémoire.

BIBLIOGRAPAPHIE

(1) Baer. — *Nova acta Nat. Curios.* XVII, *part.* I, 1835.

(2) Van Beneden. — *Fœtus de baleine du Groëland.* Bull. Ac. roy. Belg., 2e série T XXVI, no 8, 1868.

(3) Carte and Macalister. — *On the Anat. of the Bal. Rostrata* Philosoph. Trans., 1868. Vol. CLVIII.

(4) G. Cuvier. — *Leçons d'anatomie comparée.* T. V, 1805.

(5) F. Cuvier. — *Histoire naturelle des cétacés.* Paris, 1836.

(6) Eschricht. — *Zoologisch. Anat. Physiolog. Untersuchung über die Nordischen Wallthiere.* Leipzig, 1849.

(7) Eschricht and Reinhardt. — *Recents Memoirs on the Cetacea.* Roy Society London, 1866.

(8) Gratiolet et Serres. — Comptes rendus Acad. des sciences, 1861.

(9) J. Hunter. — *Observations on the Structure and Æconomy of Whales.* — Philos. Transact. Vol. LXXVII, 1787. London.

(10) Malm. — *Monogr. illustrée du Balænoptère trouvé le* 27 *octobre* 1865 *sur la côte occidentale de Suède*, avec photographies. Stockolm, 1867.

(11) J. Müller. — *De Glandularum secernentium structura penitiori*, pl. XV, fig. 1 et 2.

(12) Rapp. — *Die Cetaceem*, 1837.

(13) Siebold et Stannius. — *Anat. comp.*, p. 513. T. II.

(14) Scammon. — *On the Cetacea of the Western Coast of North America.* Edited by Edward D. Cope. Philadelphia, 1869. (*Proced. Acad. Nat. sc. Philad.*, 1869.)

(15 Turner. — *De la placentation des cétacés comparée à celle des autres mam-*

(1) D'après les figures d'un paravent japonais, les mamelles pendant la lactation seraient saillantes. On trouvera également dans l'ouvrage de Scammon (14) quelques détails sur l'allaitement chez le Mégaptère.

mifères (Journal de zool., vol. I, 1872). *An Account of the Great Finner Whale (Bal. Sibbaldii) Stranded at Longniddry* — et *On the Arrangement of the Fœtal Membranes in the Cetacea.* In Transact. of the Royal Soc. Edimburg, 1872. *A further Contribution to the Placentation of the Cetacea.* Proced. roy. Soc. Edimb., 1876-1877. — *Monodon monoceros. On the Fœtus and Placenta.* Proc. Roy. Soc. Edimb., 1875-1876.

(16) Vrolik. — Ann. sc. nat., 2e série. T. IX, 1838.

EXPLICATION DES PLANCHES XII A XVIII.

Planche XII.

Rein de *Balænoptera musculus* adulte. — Injection veineuse et artérielle. — *a.* Artère rénale. — *l l.* Lobules du rein (paraissant un peu trop aplatis sur la figure). — *v.* Veines rénales. — *r r r.* Réseau veineux superficiel. — *u.* Uretère.

Planche XIII.

Fig. 1. — Rein d'un jeune *Balænoptera Sibbaldii* long de 0m90. — *g.* Capsule surrénale. — *r.* Rein. — *v.* Veine cave inférieure. — *vr.* Veine rénale. — *pl.* Plexus veineux situé en avant de la colonne vertébrale et communiquant avec les branches veineuses *b b* qui, longeant le bord interne des reins, sont en communication avec les réseaux veineux *h h* superficiels et interlobulaires du rein. — *c c.* Communication de ces réseaux avec la veine cave inférieure. — *d d.* Communication avec la veine capsulaire. — *u.* Uretère.

Fig. 2. — Hile vasculaire du rein de *Balænoptera Sibbaldii* adulte. — *a.* Artères rénales. — *v.* Veines rénales. — *pl.* Plexus veineux accompagnant l'artère rénale. — *b b.* Branches des réseaux veineux superficiels et profonds se jetant dans la veine rénale.

Fig. 3. — Lobule composé du rein, ouvert, pour montrer le calyce et la papille uréthrale *p*; en *a* une branche artérielle pénètre dans le lobule et est accompagnée d'une branche veineuse.

Fig. 4. — Lobule vu en surface. — *v v.* Branches veineuses. — *a a.* Branches artérielles longeant les plis de la surface du lobule, puis pénétrant dans sa substance.

Fig. 5. — Vessie ouverte d'un *Balænoptera musculus* adulte. — *u.* Orifices des uretères. — *c.* Plis ondulés du col de la vessie.

Planche XIV.

Testicule d'un *Balænoptera Sibbaldii* adulte. — *t.* Testicule. — *epi.* Epididyme. — *v.* Grosse veine suivant le bord externe du testicule. — *a.* Plexus principal postérieur. — *c, d, e.* Plexus secondaires postérieurs. — *g, h.* Plexus secondaires antérieurs. — *b.* Plexus principal moyen. — *m.* Canal déférent.

Planche XV.

Organes génitaux externes des Balænoptères.

Fig. 1. — Vulve et clitoris d'un *Balænoptéra Sibbaldii* adulte. — *c.* Capuchon préputial. — *cl.* Clitoris. — *l.* Petites lèvres. — *gl.* Grandes

lèvres. — *p.* Pli postérieur de la vulve. — *s.* Sillon antérieur. — *m.* Sillon des mamelles.

Fig. 2.— L'extrémité terminale du clitoris *c* avec les petites lèvres *l*, et la papille uréthrale *p* chez le *Balænoptera Sibbaldii* adulte.

Fig. 3.— Coupe transversale du clitoris du même individu faite dans la région moyenne. — *c.* Corps caverneux. — *sp.* Corps spongieux. — *f.* Enveloppe fibreuse.

Fig. 4.— Verge pendante d'un fœtus de *Balænoptera Sibbaldii* long de $3^{m}50$. — *f.* Fourreau de la verge. — *c.* Portion cônique saillante hors du fourreau. — *a.* Anus. — *m.* Orifices des mamelles. — *r.* Replis de la base du fourreau.

Fig. 5. — Portion de la verge d'un *Balænoptera Sibbaldii* non recouverte par le fourreau lors de la saillie de l'organe.— Son extrémité terminale *a* est coupée obliquement. — Sa base *l* est entourée par le fourreau préputial.

Fig. 6. — Extrémité terminale de la verge du même. — L'orifice *u* de l'urèthre occupe le centre vers lequel convergent les replis que montre la muqueuse.

Fig. 7.— Coupe longitudinale de l'extrémité de la verge du *Balænoptera Sibbaldii* adulte pour montrer le corps spongieux *sp*, formant la masse du gland et le prolongement terminal *f* des fibres du corps caverneux. — En *u*, le canal de l'urèthre.

Fig. 8.— Coupe transversale de la verge du même, faite dans la région moyenne de l'organe.— *c.* Corps caverneux. — *t.* Trabécules fibreux. — *fi.* Couche fibreuse interne. — *fe.* Couche fibreuse externe. — *sp.* Corps spongieux. — *u.* Canal de l'urèthre. — *v.* Veine dorsale.

Fig. 9.— Clitoris d'un *Balænoptera musculus* long de $15^{m}50$. — *c.* Clitoris. — *d.* Son bord incisé. — *u.* Papille uréthrale. — *p.* Capuchon préputial. — *l.* Petites lèvres se réfléchissant en *o* sur le clitoris.

Planche XVI.

Organes femelles du *Balænoptera Sibbaldii*.

Fig. 1. — Utérus et ovaire d'un jeune individu de $0^{m}90$. — *u.* Corps de l'utérus. — *c c.* Cornes. — *o o.* Ovaires. — *l l.* Ligaments larges. — *r r.* Ligaments ronds. — *ur.* Uretère, compris dans un replis séreux partant du rein.

Fig. 2.—Vagin d'un *Balænoptera Sibbaldii* de $3^{m}50$, ouvert pour montrer la disposition des replis transversaux et des plis de la muqueuse. — 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 1er, 2e, etc. Replis transverses.

Fig. 3. — Oviducte et pavillon du même individu. — L'oviducte *o* se replie plusieurs fois sur lui-même, de chaque côté du ligament large *l.* — Le pavillon *p* présente des replis *r* sur sa surface, mais pas de franges sur ses bords.

Fig. 4.—Vulve d'un jeune *Balænoptera Sibbaldii* de $0^{m}90$. — *c.* Clitoris. *p.* Capuchon préputial. — *m m.* Fentes des mamelles. — *a.* Anus. — *r.* Plis des bords de l'orifice vulvaire.

Fig. 5. — Ovaire d'un *Balænoptera Sibbaldii* adulte. — *a.* Profondes anfractuosités de la surface.

Planche XVII.

Organes femelles du *Balænoptera musculus.*

Fig. 1. — Utérus *u*, montrant l'une des cornes *c* ouverte et l'ouverture *o* de la corne opposée. — Au milieu des ligaments larges *l* on aperçoit un corps adipeux *a*, de forme lenticulaire.

Fig. 2. — Vagin du même, ouvert pour montrer les plis longitudinaux *l* de la muqueuse et les replis transverses 1, 2, 3, 4.

Fig. 3. — Trompe et pavillon du même individu. — *a*. Orifice de la trompe à l'extrémité terminale de la corne. En *r*, on voit la disposition des plis de la muqueuse utérine. — La trompe *t* droite se termine en un large pavillon *p* membraneux, plissé et relevé sur sa surface de petits plis réticulés *m*.

Fig. 4. — Ovaire du *Balænoptera Sibbaldii* adulte, montrant le hile *h* et les vaisseaux qui y pénètrent. — *a*. Artères. — *v*. Veines.

Planche XVIII.

Fig. 1. — Portion de la muqueuse d'une corne de l'utérus gravide du *Balænoptara Sibbaldii*; *a a a*, grands replis, couverts de petits plis *p* disposés en réseau délicat. — *b b*. Plis secondaires.

Fig. 2.— Portion de chorion fœtal correspondant à la portion de muqueuse utérine ci-dessus. — *a*. Grands plis s'enfonçant dans les anfractuosités de la muqueuse utérine.

Fig. 3. — Pli *a* de la peau, dans le fond duquel se trouve le mamelon *m* de la mamelle du *Megaptera Boops* adulte. — *o*. Orifice du canal galactophore central. — *p p*. Plis de la peau voisins du grand repli mammaire.

Fig. 4. — Face profonde de la peau au niveau de la mamelle chez le même individu.— *a*. Réservoir galactophore central.— *m*. Faisceaux musculaires s'insérant sur la face postérieure du mamelon et sur le réservoir.

SUR LE SANG DES CRUSTACÉS

Par G. POUCHET (1).

Wharton Johnes avait été frappé des différences que peut présenter le sang des crustacés; il s'est demandé si elles ne dépendaient pas de l'époque de l'année. J'ai pu m'assurer qu'il n'en était pas ainsi.

Hewson avait cru devoir indiquer que le caillot formé par le sang des crustacés est moins ferme que celui formé par le sang des animaux supérieurs. Ceci ne paraît point exact; et si le sang du tourteau (Platycarcinus pagurus) ne se coagule pas (2), celui du homard (Homarus vulgaris), de la langouste (Palinurus vulgaris) donne un caillot très dense. Il nous a paru toutefois qu'on pouvait diminuer la densité de celui-ci. Le sang d'une langouste saignée pour la sixième fois, recueilli dans une éprouvette étroite, présente une coagulation plus accusée à la surface : les flocons formés par les leucocytes agrégés (3) y sont immobiles; tandis qu'au fond ils subissent encore des mouvements de déplacement, quand on agite légèrement le vase.

Le sang des crustacés est d'abord remarquable par la quantité considérable de sel marin qu'il contient. Quand on laisse sécher sur une lame de verre ce qui reste après qu'une goutte de sang de Maïa y a été déposée et secouée, on obtient des cristaux de sel marin plus abondants que ceux d'une larme desséchée tout entière, dont ils rappellent d'ailleurs la disposition. Du sang évaporé dans un verre de montre laisse un résidu cristallin considérable. D'autre part, l'acide sulfurique fait avec le sang des crustacés (langouste), une légère effervescence, en même temps qu'on voit apparaître un dépôt blanc, opaque gélatineux, sans doute d'une substance albuminoïde.

En général, le sang des crustacés se coagule avec une grande énergie. On remarquera qu'il ne contient point de globulins, auxquels on a voulu faire jouer un rôle décisif dans ce phénomène chez les vertébrés. Le caillot, une fois formé, ne se redissout point comme cela arrive pour le sang de certains sélaciens. Un tiers environ d'eau de mer ajouté à du sang de langouste n'empêche pas la coagulation de la masse entière, où les leucocytes continuent de se déformer.

Nous avons vainement essayé de nous opposer à la coagulation du sang en le battant à mesure qu'il tombait par gouttes du membre d'un animal amputé. C'était une langouste. Le sang était recueilli dans une quantité proportionnée d'eau de mer, le mélange était battu avec un petit balai de bois. La coagulation eut lieu de même, au moins par grumeaux. Les grumeaux recueillis sur le balai sont gris blanchâtres, plus chargés de leucocytes que ceux qui restent dans levase et flottent dans un milieu aqueux.

L'amputation du membre paraît être le meilleur moyen de se procurer

(1) Voy. *Soc. de Biologie*, mars 1881.

(2) Dans le sang du tourteau, la coloration noirâtre que prend la masse de leucocytes et de filaments déposés, paraît avoir son origine dans une coloration diffuse verte de la substance de ces filaments.

(3) Cf. Geddes, *On the Coalescence of Amœboïd Cells into Plasmodia, and on the so Called Coagulation of Invertebrated Fluids.* Proc. Roy. Society, n° 202, 1880.

le sang des animaux en question. On remarquera, à ce propos, cette particularité à laquelle on n'a peut-être pas assez fait attention que, quand l'animal ampute lui-même son membre, on n'observe aucune effusion de sang, tandis qu'il coule en abondance d'un membre sectionné. L'article sectionné n'est pas non plus indifférent, au moins chez certaines espèces. Chez la langouste par exemple, on réussira en sectionnant l'avant-dernier article (1) vers son milieu : le sang coule alors goutte à goutte. Sur une langouste mesurant du milieu de la base des antennes au bout de la queue 305 millimètres, on peut pratiquer ainsi des saignées de 9, de 11 centimètres cubes. L'écoulement de sang s'arrête alors et l'animal remis dans l'eau ne paraît point s'en porter plus mal.

On connaît l'espèce de coloration épipolique qu'on remarque à la surface du caillot du sang du homard, et sur laquelle j'avais, il y a longtemps, appelé l'attention de la Société de biologie. Cette coloration de la surface du sang chez le homard est violacée. Du sang d'étrille (Portunus puber), recueilli dans un vase conique comme un verre à expériences, prend à la surface, sur une épaisseur de 2 à 3 millimètres, irrégulièrement, une teinte verdâtre. Le phénomène est de même ordre que celui que présente le sang de homard, avec cette différence que, pour ce dernier animal, la couche superficielle est d'un beau violet. Le contraste, quand on met l'un près de l'autre les deux vases contenant le sang des deux animaux, est très accusé. La coloration apparaît surtout quand on regarde le vase conique parallèlement à la surface du liquide. Quand on le regarde en dessus, la nuance disparaît, peut-être seulement à cause de son peu d'intensité. Chez la langouste, le sang, orangé quand il est tiré de la patte de l'animal, devient bleuâtre à la surface. Nous avions autrefois insisté sur l'étroite parenté des pigments rouges et bleus chez le palémon, l'écrevisse, le homard, etc..... Des homards vivant dans des conditions identiques offrent tantôt du sang bleuâtre (homard n° 8 de notre journal), tantôt du sang orangé (homard n° 9). Le même sang (homard n° 12) peut avoir une apparence laiteuse très prononcée sans couleur spéciale, par suite d'une extrême abondance de leucocytes. On laisse tomber ce sang goutte à goutte dans du pétrole : le lendemain, le sang présente *à sa surface* une zone bleue, absolument comme dans les vases où il est resté au contact de l'air.

Au bout de vingt-quatre heures, du sang d'étrille placé dans un verre à expériences, par un temps chaud et orageux (24 août 1880, Concarneau), est complètement décomposé ; sa teinte verte a disparu : il est odorant sans avoir précisément une odeur de putréfaction ; à la surface il est rempli de bactéries et surtout de monades très actives. Du sang de homard, placé en même temps dans un vase nettoyé avec soin et fermé par une plaque de verre dépoli et huilé, n'est pas décomposé. La limite de la partie violette est bombée inférieurement ; les leucocytes ne sont pas montés à la surface ; le sang continue d'être très fortement coagulé, se coupant comme de la gelée. Dans le fond de la gelée, existe un réticulum laiteux blanchâtre ; cette apparence est due à la présence de leucocytes. Pour rechercher s'ils sont encore vivants, je place un fragment de ce dépôt crémeux dans du sang de homard frais : je n'aperçois pas de mouvements. Les leucocytes, pris dans la gelée, sont réunis en masses avec des prolongements, ce qui semblerait indiquer qu'ils meurent en état d'expansion contrairement à ce qui se passe pour les leucocytes des vertèbrés.

La masse gélatineuse où sont pris ces groupes de leucocytes présente

(1) *Propodite*. (Voy. Huxley, *Ecrevisse*, p. 125). En sectionnant le *mésopodite*, au contraire, nous avons eu des amputations spontanées. Nous en avons également observé une fois, alors qu'après avoir sectionné le propodite, nous avions introduit avec trop de force un bouchon dans l'extrémité du moignon.

au microscope un aspect grenu qui gêne, jusqu'à un certain point, l'observation de leurs prolongements : après l'action de l'acide osmique et du picro-carmin, cette gelée prend sous l'influence de ces deux agents une coloration rouge légèrement brunâtre. Chez la langouste, le coagulum a une couleur orangée caractéristique et forme une masse gélatineuse transparente. La coloration est plus vive, plus franche que chez le homard. Sur du sang extrait le 1er septembre, le 4, la surface de ce sang, qui a été d'ailleurs mal abrité, est pleine de bactéries et de monades. Au-dessous de cette couche supérieure, le coagulum n'est pas troublé et les leucocytes n'y forment pas de flocons. Le sang a conservé sa belle couleur orangée ; il est seulement très légèrement nuageux. Dans cette gelée, les leucocytes paraissent être morts en expansion. De ce coagulum placé sur un filtre, s'écoule un liquide contenant des microbes auxquels il doit sans doute son aspect très légèrement louche.

Les éléments figurés du sang des crustacés, évidemment comparables aux leucocytes, présentent, comme ces derniers chez les vertébrés ovipares, de grandes variétés de formes mais où il est toujours aisé cependant de reconnaître un type commun. Un grand nombre de ces éléments ont, dans le sang, vivant des caractères qui les rapprochent des jeunes hématies du sang des ovipares ; et ils semblent, à mesure qu'ils avancent en âge, prendre au contraire tout à fait les caractères des leucocytes de Semmer, avec des granulations dont le rôle, l'origine, et, jusqu'à un certain point, la nature, rappellent ce que présentent les granulations des éléments en question (1).

Nous ne pouvons établir la réalité de la succession des deux états que nous indiquons pour le même élément. Sur les éléments mobiles du sang, un contrôle de ce genre est encore plus difficile qu'ailleurs. C'est donc une simple hypothèse que nous formulons ici. Mais tout semble concourir à démontrer que ces leucocytes granuleux, parfois extrêmement abondants, du sang des crustacés, toujours plus volumineux que les autres, à noyau ordinairement plus petit et paraissant même parfois flétri, représentent le dernier stade de l'évolution — de longueur d'ailleurs inconnue — de ces éléments.

Leur forme, comme leur taille, paraît offrir d'une espèce à l'autre des différences assez considérables. Cette forme, toujours plus ou moins ovoïde, est permanente tant que l'élément demeure dans les cavités circulatoires. Nous avions déjà pu observer ce fait chez le palémon, où nous avions vu de nombreux leucocytes retenus dans les cavités des lobes latéraux de la nageoire caudale, ne présenter, pendant tout le temps d'une observation assez longue, aucune déformation amœboïde.

(1) Huxley dit simplement en parlant du sang de l'écrevisse : « Les corpuscules sont parfois pâles et délicats, mais généralement plus ou moins sombres, parce qu'ils renferment un certain nombre de petits granules fortement réfringents; ils sont ordinairement de formes très irrégulières (p. 131). »

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

Saint-Denis. — Imprimerie CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

MÉMOIRE

SUR LA GÉNÉRATION ET LA RÉGÉNÉRATION DE L'OS

DES

CORNES CADUQUES ET PERSISTANTES DES RUMINANTS

Lu à l'Académie des Sciences le 6 mars 1882

Par MM. Ch. ROBIN et HERRMANN

(PLANCHES XIX.)

Nous indiquerons dans ce mémoire, en quelques mots, les principaux des faits connus sur la nature et la reproduction du *bois* des Cervidés. Nous en noterons ensuite quelques autres concernant l'anatomie descriptive et structurale de la peau et du périoste de ces organes avant d'arriver au but essentiel de ce travail. Ici nous étudierons d'abord la substance dont la production précède celle de l'os frontal épiphysaire ou *bois* des Cervidés et de son homologue sur les Bovidés, etc., le *noyau osseux* ou columelle des cornes creuses; puis son mode d'ossification et divers points de l'anatomie générale et de la physiologie tant de l'os qui lui succède que de la moelle de celui-ci.

§ 1. — **Historique**.

On sait que ce sont les analyses des chimistes de l'école de Fourcroy et de Vauquelin qui ont montré (*Syst. des conn. chimiques*, an IX, t. X, p. 283) que le bois caduc des ruminants était de l'os; que dans toutes les espèces du genre cerf les cornes ne diffèrent des os que par une plus grande quantité de la matière organique qui se convertit en gélatine par l'action de l'eau bouillante (Chevreuil, art. CORNE. *Dict. d'Hist. naturelle*, Paris, 1818, t. X, p. 460), mais sans graisse ajoutent Guibourt, etc. Nous verrons, en effet, que la moelle des alvéoles de ces os est dépourvu de cellules adipeuses.

Guidé par ces faits, Georges Cuvier a dit le premier : « Ces bois ne sont autre chose que des os : leur tissu et leur composition chimique sont absolument comme dans les os, et on en tire les mêmes produits, etc... Les cornes revêtues de peau et de poil de la girafe et les chevilles osseuses revêtues de cette matière nommée plus particulièrement corne dans les bœufs, etc., sont de la même nature que les bois, mais ces parties sont permanentes (Cuvier, ibid., art. BOIS, 1817, t. V,

p. 37). Plus tard (1827), Cuvier ajoute que, dans la girafe, les frontaux sont *déjà soudés entre eux, puis avec les pariétaux,* que les trois noyaux osseux de cette région qui constituent la pyramide et les cornes *forment encore des os distincts qui s'appliquent sur le frontal.* Ces données furent confirmées par R. Owen (1843), qui considère ces os comme des épiphyses distinctes, d'abord *cartilagineuses* et mollement unies au crâne. Elles le furent ensuite par Joly et Lavocat (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, 1844, t. XVIII, p. 493 et *Recherches sur la Girafe, etc.*, 1845, in-4°).

On sait qu'avec l'âge survient la soudure complète de la *pyramide* au frontal et au pariétal à la fois, lorsque s'ossifie la suture médiane des deux frontaux d'une part, celle de la suture fronto-pariétale en second lieu.

Fréd. Cuvier dit aussi que les *bois* des ruminants sont des *productions osseuses du front* de ces animaux ; d'après les observations de Daubenton et les siennes propres, il décrit exactement les particularités anatomiques et physiologiques extérieures de leur régénération (l'élévation de la température, etc.) à compter du moment même de leur chute (*ibid.* 1817, art. CERF, p. 452). Il note en particulier l'hémorrhagie qui suit la chute pendant 24 heures environ et comment immédiatement après une pellicule mince recouvre toute la plaie; puis on voit aussitôt après la production d'un autre bois commencer, un bourrelet se produire, etc.

Aux faits indiqués par ces observateurs, H. Cloquet ajoute très exactement qu'au lieu des *chevilles osseuses* des cornes des bovidés, etc., le frontal du cerf, etc., a des *protubérances* bientôt cylindriques, alors appelées *couronnes*, terminées plus tard par une surface concave sur laquelle bientôt repose l'extrémité adhérente du *bois*. Celui-ci est un *véritable os* par son tissu et par ses éléments, sans grands vides, sans cavité médullaire ni sinus, plus serré à la périphérie qu'au centre. Lorsque la chute du *bois* est prochaine une section longitudinale montre une marque de séparation rougeâtre entre lui et la proéminence du frontal avec laquelle il fait corps. Cette marque se prononce de plus en plus à mesure que l'adhérence se détruit. Après la chute des *bois* causée par le moindre choc, à deux ou trois jours de distance, la protubérance ressemble à un os scié en travers. La peau du front la recouvre bientôt, tapissant un tubercule mou et *cartilagineux* tant que dure l'accroissement (*Encyclopédie méthodique, système anatomique*, Paris, 1819, in-4°, t. III, p. 307).

Quelques années après Desmarest (*Ibid.* 1827, t. XLVI, p. 43, art. RUMINANTS) dit que les bois du cerf, du renne, etc., sont *purement de matière osseuse,* sans l'étui corné de la *cheville osseuse* du frontal des bœufs, moutons, etc.; que lorsqu'ils se renouvellent chaque année, *ils sont d'abord cartilagineux,* recouverts par une peau sensible, sous laquelle sont des vaisseaux abondants, etc.

Un peu plus tard (1831), Berthold (analysé dans Burdach, *Physiologie,* trad. fr., Paris, 1837, t. VIII, p. 283) décrit minutieusement les

particularités extérieures de la régénération des bois du cerf, concernant la peau, les poils, leurs glandes, les vaisseaux, les nerfs, qui les accompagnent, le périoste, etc. Mais c'est à tort qu'il dit que l'accroissement du premier germe parti de l'apophyse frontale provient presque uniquement de la peau : que d'abord les vaisseaux déposent de la chaux sur la masse qui les entoure et qu'ils finissent par s'ossifier eux-mêmes quand cette masse, dont la nature n'est pas indiquée, s'est ossifiée; que cette ossification procède de dedans en dehors et de haut en bas ; que la substance extérieure ou corticale et la partie voisine de l'apophyse frontale sont les points qui acquièrent le plus de densité parce que l'ossification s'y est opérée en dernier lieu, et qu'en conséquence la nutrition y a duré plus longtemps ; que le périoste s'ossifie et reste constituant une couche épaisse d'un tiers de ligne (7 à 8/10 de millimètres) d'une teinte brune due au sang desséché dans les vaisseaux ossifiés.

Berthold note qu'un bois long de 36 pouces (environ 48 centimètres) et du poids de 15 livres (7k,500) se développa dans l'espace de six semaines, en sorte qu'en moyenne il s'était produit chaque jour une masse longue d'un pouce et demi (4 centimètres environ) et pesant près d'un quarteron (125 grammes environ).

Comme Cuvier, J. Müller (*Physiologie*, 1835, trad. franç., édit. 1851, t. I, p. 326) dit le *bois* des cerfs *plus comparable à la matrice des cornes des ruminants* qu'aux cornes mêmes. Il indique à tort la meule comme le niveau de séparation du *bois* avec l'apophyse frontale, et dit que la séparation est due à un ramollissement de la substance osseuse de celle-ci. Il considère aussi comme *cartilagineux* le tubercule mou qui s'élève au-dessus de la surface rompue de l'apophyse frontale. C'est à tort encore qu'il dit que ce *cartilage s'ossifie comme celui de tout autre os de fœtus ou d'enfant.*

L'expression de *tubérosité frontale* qu'il donne à l'apophyse qui porte le *bois* a pu faire croire qu'elle n'est que le développement de la disposition anatomique nommée *bosse* ou *protubérance frontale* chez l'homme; mais nous verrons plus loin qu'il n'en est rien.

Nous verrons que rien parmi les faits qui suivent ne confirme l'opinion de Gervais qui était porté, d'après quelques recherches, à penser que l'*axe osseux des cornes à étui*, a aussi son point spécial d'ossification et qu'il constitue d'abord une véritable *épiphyse* comme sur la girafe (Gervais, *Dict. d'Hist. nat.* de D'Orbigny, 2e édit. Paris, 1867, t. IV, p. 351). On sait que Daubenton décrivait déjà cet axe osseux des cornes épidémiques comme un *prolongement du frontal*, à surface sillonnée et poreuse dans lequel se prolongent les sinus frontaux. Il appelait aussi l'apophyse frontale des cervidés : COURONNE et *prolongement de l'os frontal qui porte le bois*; il décrit le *joint* qui est *entre le bois et les couronnes* comme formé par une *suture dentée* (Buffon, *Hist. Natur.*, Paris, 1756, in-4°, t. IV, V, VI, etc.). Il décrit aussi la surface du *bois* de chevreuils comme plus sillonnée que celle du bois de cerf, mais avec les auteurs de son époque il appelle encore *écorce*,

la peau de ce dernier. Creplin (*Archiv. für Anat. und Physiol.*, Berlin, 1837, in-8°, p. 556, 558) a noté qu'il se sert avec Retzius du nom de *cellule* plutôt que celui de *corpuscule des os*, parce que, comme pour les cartilages les objets ici désignés sous le nom de corpuscules sont des cavités creusées dans la substance solide, contenant à la fois un liquide clair et un dépôt de sels calcaires. Il ajoute que la *corne de cerf* est organisée comme l'os, avec cette seule différence que des vaisseaux tiennent la place de la moëlle et en remplissent les conduits.

Presque tous les auteurs qui se sont occupés de l'ostéogénie du bois des ruminants en ont fait un cas d'ossification directe (métaplastique) d'un cartilage préexistant. Gegenbaur lui-même (1) cite, comme faisant exception aux règles générales de l'ossification enchondrale, telles qu'elles ont été posées par J. Muller et lui-même, d'abord les anneaux de la trachée chez les oiseaux, puis le bois du chevreuil, et surtout la columelle osseuse des cornes creuses. Il fut porté à examiner ce dernier objet par les publications diverses où l'on admettait l'ossification directe du cartilage. Ayant d'abord recherché vainement cette ossification sur de jeunes agneaux, veaux et béliers, il la trouva finalement sur des veaux de une à trois semaines, et il publia à ce sujet une étude très détaillée.

Si l'on fait abstraction de l'erreur dans laquelle est tombé cet observateur distingué en prenant pour du cartilage hyalin la substance préosseuse, il faut reconnaître que sa description est un modèle d'exactitude, et que toutes les phases du passage des ostéoblastes de la substance préosseuse (qu'il appelle des cellules de cartilage) à l'état de cellules osseuses bien caractérisées, sont rapportées avec une grande précision dans son mémoire.

Il remarque que l'ostéogénie se fait, non pas de proche en proche à partir d'un centre d'origine, ainsi que cela a lieu ordinairement, mais que la substance fondamentale de l'os se dépose individuellement autour de chaque *cellule cartilagineuse.* Les petites zones osseuses ainsi formées, d'abord minces et distantes les unes des autres, ne tardent pas à gagner en épaisseur et bientôt elles se touchent et se fusionnent. En même temps, le *chondroplaste*, d'abord arrondi ou polyédrique, acquiert des anfractuosités de plus en plus marquées dans lesquelles s'enfoncent de fins prolongements de la cellule incluse. Ces caractères vont en s'accusant, si bien qu'on a finalement sous les yeux des ostéoplastes typiques avec leurs nombreuses ramifications.

Vers la surface, au contact du périoste, on observe en plus l'ostéogénie ordinaire par ostéoblastes.

Lieberkuhn (2) professe que l'ossification du bois débute par l'ostéo-

(1) Gegenbaur, Ueber die Bildung des Knochengewebes. 2te Mittheil. Ienaïsche Zeitschr. 1867, p. 206.

— Unters. zur vergleich. Anat. 2tes Heft. p. 16. Anmerkung.

(2) Arch. für Anat. u. Physiol. von Reichert u. Dubois-Reymond, 1864.

génie dans le tissu conjonctif (ostéogenèse périostique), et que ce n'est que plus tard qu'on voit survenir une transformation directe d'une extrémité *cartilagineuse* en tissu osseux. Cet auteur semble avoir reconnu, en partie du moins, l'analogie qui existe entre le développement du bois et celui de certaines portions de la voûte crânienne; mais il considère également la substance préosseuse comme du cartilage, et Kölliker, dans son Traité classique, paraît opiner dans le même sens dans une certaine mesure, puisqu'il admet la formation de cartilage aux dépens des ostéoblastes.

C'est Kassowitz (1) qui paraît avoir donné le plus d'extension à l'hypothèse d'une ossification métaplastique ou directe du tissu cartilagineux. Pour cet auteur, qui prend comme type le bois des cervidés, cette transformation immédiate serait la règle générale pour toutes les apophyses des os de provenance purement périostique : tubérosité du radius, épine de l'omoplate, extrémités de la clavicule, etc..... Strelzoff, réfuté par Stieda (omoplate, noyaux cartilagineux—accessoires du maxillaire inférieur) est encore un partisan de l'ostéogénie métaplastique.

Kassowitz admet aussi cette dernière pour la formation du cal; ce dernier résulterait d'une transformation directe du cartilage formé par le périoste, et il serait facile de se convaincre du fait en employant la coloration double par le bleu d'aniline (se fixant sur le cartilage) et le carmin se portant exclusivement sur l'os décalcifié; on verrait les deux substances se continuer insensiblement.

Le seul auteur qui professe des idées conformes à la réalité des faits tels qu'on les trouvera exposés ci-après est Landois (2). Pour lui le tissu précurseur n'aurait rien de commun avec le véritable cartilage hyalin. Il insiste sur la disposition des vaisseaux déjà décrite par H. Muller, sur les fines anastomoses qui unissent les cellules, et sur la présence dans la substance fondamentale (nullement cartilagineuse) de fibrilles destinées à former plus tard des fibres de Sharpey. Il compare l'ostéogénie du bois à celle qui s'observe pour certains os de la voûte du crâne chez la souris à terme. Il signale également la multiplication des cellules dans les cavités agrandies, seulement il paraît attribuer à l'ossification ostéoblastique ordinaire un rôle plus important que de raison pour l'achèvement du bois dans sa forme définitive.

Les faits indiqués plus loin sur la nature de la *substance* ou *tissu préosseux* pris à tort pour du *cartilage* nous conduit à noter ici que M. Masquelin (*Bulletin de l'Acad. roy. de Belgique*, 1878, t. XLV, p. 430), résumé dans un Rapport de M. L. Van Beneden, le décrit ainsi qu'il suit : (*Ibid.*, p. 571.) « Le *tissu ostéogène* dans lequel se développe la plus grande partie du maxillaire, est formé de cellules séparées entre elles par une substance fondamentale de composition variable; ici,

(1) Centralbl., 1877, p. 65. — Voy. aussi Ch. Rémy, loc. cit. p. 69.
(2) Centralbl., 1865. Ueber die ossification der Gewebe.

c'est de la substance fondamentale du cartilage hyalin, ailleurs, elle est formée par des faisceaux de fibrilles conjonctives....., ailleurs encore, elle paraît être le résultat de leur combinaison; elle a tous les caractères de la substance fondamentale du *fibro-cartilage.* » Mais nous verrons que l'analyse chimique infirme cette détermination.

Hannover (*Le cartilage primordial dans le crâne humain.* Copenhague, 1881, in-4°, p. 10 et 11) décrit aussi sur le veau la *substance préosseuse* du noyau osseux des cornes comme étant du *cartilage* et les *ostéoblastes* qui se trouvent dans cette substance comme des *cellules cartilagineuses.* Il décrit, en outre, autour des trabécules déjà ossifiés des *ostéoblastes* à l'état de *noyaux pâles, ovales ou anguleux,* visibles après la décalcification, reposant dans une *substance fondamentale filamenteuse, ayant tout à fait l'aspect de celle de l'os frontal* (p. 11). D'après lui, les véritables corpuscules osseux sont formés par ces *ostéoblastes qui se trouvent mêlés aux cellules cartilagineuses.* Il admet aussi que les faisceaux filamenteux ci-dessus forment le commencement des canaux de Havers et que les *bois* de Cerf se comportent probablement comme les noyaux osseux des cornes persistantes; toutefois, il n'a pas examiné les premiers.

§ 2. — Sur la constitution extérieure du bois des cervidés en voie de reproduction.

La production de la pellicule indiquée par Fr. Cuvier qui recouvre l'apophyse frontale (appelée aussi vulgairement *pivot*), dénudée par la chute du *bois* (p. 243) conduit en peu de jours à la production d'une peau molle, lisse, noire et brillante. Celle-ci, qui est dépourvue d'abord de poils, tranche par là sur la portion de peau frontale, à poils fauves, plus ou moins longs, qui après la chute des téguments du bois et de la *meule*, reste autour de l'apophyse frontale jusqu'au niveau du bord inférieur de celle-ci. Cette peau nouvelle est plus mince et surtout plus molle que la peau permanente avec laquelle elle est en continuité circulairement et conserve cette plus grande mollesse pendant toute la croissance du *bois*.

En même temps à peu près que naît cette peau, une épaisse couche de substance préosseuse comble la concavité laissée au sommet de l'apophyse frontale par la séparation et la chute du *bois*. Dès qu'elle l'a comblée, cette substance déborde en quelque sorte à l'état de bourrelet, le pourtour du sommet apophysaire, en même temps qu'elle présente une saillie médiane, de plus en plus prononcée, sous forme de capsule renversée. Le bourrelet précédent noir, glabre, brillant, plus large que l'apophyse, est la portion de tissu préosseux dont l'ossification va donner lieu à la formation de la *meule*. Cette ossification débute et établit l'union entre l'os ancien et le nouveau (*bois*), dès que la substance préosseuse a une hauteur d'un centimètre environ. Le tout à cette période forme une masse noire, lisse, brillante, glabre, configurée en portion de sphère, plus ou moins circulaire ou bosselée sur

son contour le plus large et portée par le pédicule que représente l'apophyse frontale. La portion la plus large de cette masse devient la *meule*, la portion rétrécie qui est en dessous, ossifiée la première, forme la courte partie du *bois*. Unie au sommet de l'apophyse frontale, la partie supérieure la plus bombée devient la *perche*.

A cette période aussi la peau molle de ce gros tubercule surmontant l'apophyse frontale est noire dans presque toute son épaisseur et rendue telle par son épiderme segmenté et par les gaînes épithéliales des follicules pileux naissant. Cette peau, d'abord glabre, montre bientôt de fins et courts poils du duvet, noirs eux-mêmes d'abord, qui n'en changent aucunement la couleur. Ces poils font éruption à la circonférence d'abord, pres de la peau ancienne et rendent la nouvelle finement velue de la périphérie vers le centre, qui est la dernière partie à se couvrir. Ces poils sont inclinés du dehors vers le dedans, centre ou pôle de la portion de sphère. Ces poils restent toujours foncés, à peu près comme la partie profonde des poils de la peau persistante et ne deviennent pas fauves comme l'extrémité libre de ceux-ci. La peau du *bois* à partir de la grande circonférence de la *meule*, tranche à cet égard sur la peau du front, moins qu'à l'époque où elle était glabre ou seulement finement duvetée, mais d'une manière notable. Les follicules pileux eux-mêmes siègent en grand nombre dans la portion profonde du derme et non en majeure partie dans le tissu cellulaire sous-cutané, comme le font au contraire ceux de la peau permanente. Il en est de même pour leurs glandes sébacées à larges et multiples culs-de-sac.

On constate nettement aussi que les follicules enroulés sudoripares nombreux et assez volumineux sous cette dernière, cessent d'exister dès qu'on arrive à sa jonction avec la peau nouvelle ou du *bois*. Celle-ci n'en montre sous aucun point de son étendue.

Son derme, bien qu'assez épais n'a que de courtes et peu régulières papilles. Il reste relativement pauvre en fibres élastiques, riche en noyaux, tant libres que siégeant au centre de cellules principalement fusiformes, rarement étoilées.

A mesure que grandit la perche elle rejette en quelque sorte de côté, à sa periphérie, la peau qui couvrait le premier tubercule préosseux arrondi. Il en résulte que ces poils restent dirigés de bas en haut, légèrement inclinés d'avant en arrière, à partir de leurs insertions peu profondes, sur toute l'étendue du *bois*.

Ainsi on voit qu'en examinant les parties molles qui recouvrent le *bois* en voie de régénération, alors que ce dernier n'a encore que 2 ou 3 centimètres de long, on constate que la peau qui tapisse l'extrémité de la saillie se distingue du tégument avoisinant par une coloration brun foncé et l'absence de poils.

Pourtant, lorsqu'on fait usage de la loupe, on aperçoit que cette surface n'est glabre qu'en apparence, et qu'elle présente un grand nombre de poils du duvet encore trop fins pour être bien visibles à l'œil nu. A un stade plus avancé ces particularités disparaissent, et la gaîne

cutanée du bois offre un aspect uniforme dans toutes ses parties.

Ces apparences extérieures répondent à des différences de structure que l'on étudie le plus commodément sur des coupes longitudinales du bois naissant. On voit ainsi que la peau présente sa constitution normale jusqu'à la limite supérieure de l'apophyse frontale. Les follicules pilo-sébacés longs de 2 millimètres environ et dirigés obliquement de bas en haut sont assez régulièrement espacés; à chaque follicule pileux se trouve annexée un glomérule sudoripare, allongé dans le même sens que lui. A 2 millimètres de l'apophyse frontale une légère saillie de la substance préosseuse indique l'emplacement de la meule. En ce point la peau, épaisse jusque-là de 3 à 4 millimètres à partir du périoste, s'amincit brusquement, et ne mesure plus que 2 millimètres. En même temps, les follicules sudoripares cessent d'exister; les organes pilo-sébacés, plus nombreux et moins régulièrement disposés, au lieu de présenter une taille uniforme comme plus bas, varient considérablement quant à la grosseur et à la longueur.

Aux environs de la meule, on en trouve encore quelques-uns ayant la dimension ordinaire de 2 millimètres; d'autres, plus nombreux, n'ont plus qu'un millimètre de long; il en existe enfin une multitude qui ne mesurent pas plus de 1 à 2 dixièmes de millimètres. Ces derniers existent à peu près seuls vers le sommet de l'organe; beaucoup d'entre eux se réduisent même à ce niveau à de petits bourgeons épithéliaux à deux ou trois lobes, dont la signification anatomique exacte ne peut être obtenue que par la comparaison avec les poils et glandes du voisinage plus complètement développés.

Avec ces diverses modifications coïncide une accumulation de plus en plus considérable de pigment mélanique dans l'épiderme et dans ses dépendances; cette accumulation atteint son maximum au niveau de la surface noirâtre et presque glabre que nous avons signalée à l'extrémité du bois.

Le pigment existe sous forme de grains infiltrant en quantité variable la substance des cellules épithéliales; mais on trouve, en outre, un grand nombre de cellules rameuses entièrement farcies de granulations noires, et dont le noyau seul reste incolore. Ces éléments, qui rappellent assez par leur aspect les corps pigmentés de la choroïde sont situés entre les cellules de la couche basilaire de l'épiderme qu'ils entourent d'un réseau de prolongements ramifiés; ils se continuent sur la gaîne épidermique des follicules pileux, et sont surtout abondants dans la portion radiculaire des poils. A mesure que ces derniers poussent, leurs cellules médullaires entraînent de petites parcelles pigmentaires, et ce fait contribue, bien plus que la pénétration de l'air, à donner à leur partie axile une teinte foncée sous le microscope. La matière pigmentaire, sous ses deux formes, se trouve en telle masse à l'extrémité du jeune bois que la couche de Malpighi et les petits bourgeons pileux ou sébacés qui en partent sont absolument noirs, si bien qu'il est presque impossible d'y reconnaître aucun

détail de structure. Cependant les corps pigmentés n'existent jamais ici dans les culs-de-sac des glandes sébacées complètement formées, ainsi qu'on le voit sur les grosses glandes du larmier chez la gazelle Kével. (Voy. G. Herrmann, Note sur l'existence de cellules ramifiées et pigmentées dans des glandes sébacées. Soc. de biol., 3 janvier 1880.)

Lorsqu'on examine comparativement l'extrémité d'un andouiller dont la croissance est achevée, on voit que la peau présente ses caractères habituels, sauf pourtant qu'il n'y a pas de glandes sudoripares.

Bien que nous n'ayons pas eu à notre disposition des pièces relatives au début de la cicatrisation dans les premiers jours qui suivent la chute du bois, nous nous croyons en droit de conclure de ce qui précède que le tégument externe se régénère de toutes pièces au niveau de la plaie, suivant le mécanisme normal de sa production chez l'embryon.

De bonne heure et jusqu'à la fin de l'évolution des andouillers, le derme est épais d'un millimètre environ sur le chevreuil, de près de 2 millimètres sur le daim, etc. Un tissu cellulaire assez serré l'unit au périoste dont il est bien distinct. Nous aurons à revenir sur ces deux organes.

Quant au périoste du *bois* dans toute son étendue, il est d'un blanc nacré, opaque, presque bleuâtre, épais d'un millimètre ou au-dessous. Il est mou, facile à déchirer en long et à détacher du *bois*, qu'il laisse à nu avec la couleur de l'os frais, rougeâtre ou non, suivant l'état de congestion des vaisseaux. On suit extérieurement à sa surface et dans son épaisseur les plus gros de ces derniers. L'examen de sa face interne après le décollement montre le périoste exactement moulé sur les *perlures* et sur les *pierrures* de la *meule*.

Immédiatement au dessous de celle-ci, c'est-à-dire au niveau du bois se continuent avec ceux de l'apophyse frontale où les téguments, le périoste et la peau se déchirent net, circulairement et avec facilité.

Le périoste de l'apophyse, comme le reste du péricrâne, est mince, résistant, difficile à détacher de l'os, séparé des organes plus superficiels par du tissu cellulaire filamenteux assez tenace.

§ 3. — **De la substance préosseuse en général.**

L'étude de l'ostéogénie dans le cas où l'os se substitue à un cartilage de même forme, doit nécessairement commencer par l'étude des modifications du cartilage qui l'annonce. Lorsqu'il s'agit de la production de l'os *sans cartilage préexistant*, se substituant au tissu cellulaire, à des tendons ou à des ligaments,

elle doit commencer par la description de la substance ou élément, qui pour les os de la face et de la voûte du crâne, se disposant sous des configurations diverses, partout remplace le tissu cellulaire, tandis qu'à la surface des filaments ou trabécules sous la forme desquels elle se présente (1) naissent les ostéoblastes. Cette substance a depuis longtemps été vue et décrite (*Substance conjonctive fondamentale de l'os, substance ostéogène*, de H. Müller. Nous la désignerons sous le nom de *substance préosseuse*. Elle diffère totalement du cartilage et possède la composition de l'osséine, car *c'est de la gélatine et non de la chondrine* qu'on en obtient par l'action de l'eau bouillante.

D'après Julius Wolff de Moscou (*Untersuchungen überdie Entwickelung des Knochengewebes*, Dorpat, 1875 in-4°. *Entwickelung des nicht præformirten Knochengewebes.* Centrablatt, 1875, p. 307), elle est semblable au *tissu conjonctif embryonnaire amorphe* et passe ou se prolonge peu à peu au dehors des parties qu'elle forme à l'état de tissu cellulaire fibrillaire, de manière qu'aucune couche distincte ne la sépare de celui-ci.

Les mailles qui séparent ces faisceaux fibrillaires, s'élargissent et se remplissent de cellules spéciales, d'aspect épithélial (ostéoblastes de Gegenbaur). Les fibres qui limitent les mailles sont homogènes, colorées en rose par le picro-carmin. Leurs faisceaux s'anastomosent en ogive, en arcades parfois très élégantes. Sur ces faisceaux et sur leurs ramifications, reposent les ostéoblastes. Si l'observation porte sur une coupe faite perpendiculairement à la direction de ces faisceaux on a l'aspect suivant : Coupes arrondies ovalaires, de la substance homogène et refringente, colorées en rose par le carmin et entourées de rangées circulaires d'ostéoblastes.

La substance osseuse paraît, suivant de près la production des ostéoblastes. Élaborée, en quelque sorte par ces cellules, elle se dépose autour des trabécules conductrices. Ce tissu osseux jeune, est caractérisé par la coloration rose de la substance fondamentale, et la forme des ostéoplastes, très rapprochés les uns des autres.

(1) Voy. Ch. Robin, *Sur l'ostéogénie avec ou sans cartilage préexistant.* Dans ce *Recueil*, 1864, p. 584 et suiv., et *Dict. encyclop. des sciences médicales*, art. Cartilage, p. 712 et 721 ; Cellule, p. 653 ; et Lamineux, p. 285-289.

Le tissu osseux prend peu à peu les caractères de l'état adulte. Les trabécules ont deux zones de coloration, centrale et périphérique, et renferment dans leurs ostéoplastes des éléments cellulaires de formes très diverses, depuis l'ostéoblaste en voie d'inclusion jusqu'à la *cellule osseuse* définitive. Des ostéoblastes persistent encore sur le bord des trabécules (J. Wolff).

A la voûte du crâne embryonnaire, autour des tumeurs osseuses (Bouveret), etc., on voit des traînées formées d'ostéoblastes contigus, sur plusieurs rangées, s'avançant en quelque sorte seuls, entre les éléments des tissus lamineux ou autres; entre ces ostéoblastes en séries apparaissent des lames ou des trabécules de la substance (préosseuse) homogène, puis se montre la substance fondamentale de l'os en aiguilles, stalactites ou prolongements plus ou moins minces au sein de cette substance préosseuse.

Bien qu'en divers points les ostéoblastes soient directement contigus à l'os, on peut dire que partout où l'os n'est pas précédé d'un cartilage de même forme, il est précédé par la *substance préosseuse*. Celle-ci dépasse donc les portions de la substance fondamentale de l'os déjà formées, les entoure et de la couche qu'elle constitue se détachent ou non des prolongements de cette substance sous forme de bandelettes ou trabécules. Ces dernières sont par places en continuité directe avec la lame ou stalactite osseuse déjà née. Elles sont plus ou moins fines, droites, ou plus ou moins arciformes et plus ou moins larges, filiformes, rubanées ou en nappe, avec ou sans ramifications elles-mêmes, parallèles ou non, parfois anastomosées anguleusement ou en arcades élégamment disposées, comme on le voit autour des os du crâne du fœtus, des points osseux de certaines tumeurs (Bouveret), etc.

Cette *substance préosseuse* à la voûte du crâne, etc., est homogène, très finement granuleuse; parfois divers prolongements ou traînées qu'elle forme sont légèrement striés, n'englobant pas d'éléments figurés. Elle n'est pas modifiée par la glycérine ni par l'acide acétique. De plus les solutions carminées la colorent en rose, moins il est vrai que les divers noyaux cellulaires, mais assez nettement pour la faire distinguer du tissu cellulaire ou lamineux ambiant. Sur les pièces conservées dans l'acide picrique cette coloration tranche sur le ton jaune que prend la

substance fondamentale de l'os non décalcifié. Elle ne se carmine plus, à partir du point où les ostéoblastes se trouvent entièrement englobés par elle.

Il faut noter ici, l'*os non décalcifié*, car après décalcification l'osséine comme on le sait, est nettement rougie par le carmin, il en est de même du périchondre et des autres parties formées de tissu cellulaire, alors que dans le cartilage d'ossification voisin la substance fondamentale reste incolore, les seuls noyaux de ses cellules étant colorés nettement.

Cette substance composant ainsi une unité anatomique et physiologique réelle, n'existe qu'à l'état de minces couches ou de filaments sur l'homme et la généralité des mammifères. Mais durant l'accroissement du *bois* ou *corne* pleine des cervidés mâles et des rennes femelles et de la *columelle* ou *axe osseux* des cornes des ruminants à corne creuse, proprement dite ou épidermique, elle forme le bout de l'organe, elle prolonge l'os naissant sur une longueur et une épaisseur de 1 ou 2 centimètres et plus chez les premiers, de 1 à 4 millimètres ou environ sur les seconds.

Elle constitue là un tissu véritable et c'est ici qu'elle doit être étudiée en tant que masse du tissu propre, spécifiquement parlant.

Elle représente de la sorte en hauteur et en épaisseur ce qu'elle forme, en largeur seulement, à la circonférence du pariétal, des maxillaires, etc., naissant et ses coupes minces donnent des aspects semblables à ceux qui existent naturellement aux bords des os de la voûte du crâne fœtal. Elle constitue ici un *tissu mou*, par rapport à l'os, mais ferme, renitent, non extensible, ni rétractile, difficile à déchirer, bien que creusé de nombreux conduits parallèles à peine visibles à l'œil, parcourus par des capillaires, et d'aspect fibreux à la coupe, mais gris ou gris rougeâtre et non albuginé.

Sur les coupes minces, les portions de cette substance limitant ces conduits se montrent comme si elle était disposée en lames ou couches étroites, épaisses de $0^{mm},01$ à $0^{mm},02$, fréquemment anastomosées entre elles, de manière à circonscrire de petites cavités contenant chacune ordinairement un seul *ostéoblaste* qui les remplit; les portions intercavitaires qui deviendront la *substance dure* de l'os ne sont encore que des cloi-

sons séparant les cavités ostéoblastiques dont elle est creusée et qui deviendront les *ostéoplastes* radiés.

Déjà du reste entre les prolongements ou filaments de matière préosseuse, quand ils s'écartent sous des angles très aigus au pourtour des os crâniens du fœtus, on trouve quelques *ostéoblastes* englobés par cette substance et ainsi un peu séparés ou écartés les uns des autres, au lieu d'être réciproquement contigus, comme ils le sont à l'ordinaire dans les couches qu'ils forment autour de ces radiations.

Près de la surface de la masse de ce tissu qui est contiguë au tissu cellulaire ces *ostéoblastes* sont très petits et deviennent très sensiblement plus grands jusqu'au point de continuité de ce prolongement avec l'os déjà formé qu'il surmonte et précède.

La substance précédente se colore au contact du carmin comme la substance préosseuse autour des os du crâne fœtal, etc. Elle est finement striée aussi ou finement grenue, et souvent à la fois l'un et l'autre, comme au crâne.

Le tissu préosseux qui avait été considéré jusqu'à présent comme du *cartilage* et par suite non étudié directement n'est donc aucunement tel. Il est facile de constater que non seulement ses principes immédiats constitutifs sont autres, mais que sa substance fondamentale hyaline intercellulaire a des caractères différents de ceux de son homologue cartilagineux ; que d'autre part les cellules incluses dans ces cavités (comme le sont ailleurs les *chondroplastes*), sont des *ostéoblastes* et n'ont pas les caractères des *cellules du cartilage* (chondroblastes).

Toutes ces dispositions et les réactions colorantes nous ont montré, que réduite en couches minces, la *substance préosseuse* offre ici les plus grandes ressemblances avec les minces prolongements de substance préosseuse décrits plus haut (p. 213). Ici seulement les *ostéoblastes* au lieu d'être disposés en couche continue autour des prolongements de substance préosseuse se trouvent dispersés dans son épaisseur, comblant les alvéoles qu'elle limite, c'est-à-dire dont elle est creusée. Cette ressemblance devient réellement similitude lorsque sur les coupes on passe du tissu ainsi constitué aux prolongements déjà osseux étendus dans son épaisseur, pourvus de larges *ostéoplastes* et disposés en aréoles médullaires ou diploïques telles que celles

des bords minces du frontal, du pariétal, etc. (voy. plus loin, p. 231, etc.).

Signalons dès à présent que c'est le redressemeut en quelque sorte des prolongements ou radiations osseux superficiels ou périphériques du frontal (p. 211), qui chez les ruminants amène la production de l'*apophyse frontale*. Cette production a lieu par surélévation circulaire ou cylindrique de ceux de ces prolongements qui forment et continuent tant la table externe du frontal que son diploë, sur les ruminants à *cornes caduques* et sur les Antilopes. Il en est de même pour les bovidés, ovidés et capridés, mais durant le jeune âge seulement; car bientôt les sinus frontaux s'étendent dans cette apophyse et de plein qu'elle était la rendent creuse et lui donnent la lame interne lisse que tapisse la muqueuse des sinus.

Par sa situation au bord postérieur du pariétal, l'apophyse représente en quelque sorte une grosse dentelure synarthrodiale provenant d'une ou plusieurs volumineuses radiations préosseuses relevées et détournées de la direction qu'ont habituellement les plus petites, dont le développement amène la production des saillies, qui, par leur engrènement réciproque, forment les sutures dentées de la voûte crânienne.

Comme on le voit, en un mot, dans les cas où l'os n'est pas précédé d'un cartilage de même forme, sa production, sa substitution au tissu cellulaire n'a pas lieu simultanément pour les deux parties constituantes principales comme dans le cas de la substitution de l'os ou cartilage. La production de l'osséine sous forme de tissu préosseux et celle des ostéoblastes a lieu avant celle des composés calcaires ; cette dernière production semble ne pouvoir se faire aussi vite que l'autre, inversement en quelque sorte à ce qui se passe lors de la substitution de l'os à un cartilage de même forme; cas dans lequel la *calcification* précède l'*ostéogenèse* proprement dite, sous forme de traînées grenues. Ce fait est particulièrement tranché sur les cervidés et sur les ruminants à cornes épidermiques où l'osséine avec les ostéoblastes précède l'ossification sous l'état de masse plus longue et plus ou moins grosse, au lieu de le faire sous forme de minces radiations comme autour des os de la voûte du crâne.

L'apophyse frontale des ruminants, plus ou moins longue d'une espèce à l'autre, à surface dure et lisse (*tissu compacte*),

est continuée elle-même, chez les ruminants à corne persistante (bœuf, mouton, etc.), par un tissu osseux aréolaire, diploïque (*spongieux*) en quelque sorte dans toute son épaisseur. Sa surface même est fort différente de la lame externe des os du crâne; elle est aréolaire ici comme dans son épaisseur, en raison des nombreux et, tant larges que très fins orifices vasculaires, dont elle est percée.

Cette continuation osseuse de l'apophyse frontale, distincte de celle-ci par sa texture générale et par un léger épaississement ou bourrelet vers le point de jonction de l'apophyse même et de son prolongement est ce que les naturalistes appellent la *protubérance,* la *racine,* le *noyau* et l'*axe osseux* des cornes creuses. C'est l'*éminence* ou *cheville osseuse* pour les vétérinaires. C'est un tissu spongieux analogue au précédent comme lui à alvéoles étroits et longs (en moyenne $0^{mm},2$ de large sur 2 millimètres au plus de long), bien plus rapprochés ou serrés, c'est-à-dire séparés par de plus minces lamelles qu'ailleurs, et non un tissu compacte, qui continue l'apophyse frontale sur les cervidés. C'est là ce qui constitue chez ces animaux les *cornes caduques* ou *bois,* appelés *épiphyses*, *pièces osseuses dermiques,* et à tort *exostoses,* par quelques anatomistes.

Or ce prolongement résulte précisément de la production en largeur et épaisseur au sommet de l'apophyse frontale du tissu préosseux dont la substance propre d'une part, les *ostéoblastes* inclus de l'autre, passent directement, la première à l'état de *substance fondamentale osseuse* ou dure, et les seconds directement aussi à l'état de *cellules osseuses radiées* contenues dans des *ostéoplastes* ou *cavités caractéristiques radiées de l'os.* Nous verrons plus loin par quoi cet os caduc (*spongieux*) se distingue de celui de l'*apophyse frontale,* du frontal, etc. (p. 246, 250).

§ 4. — Du tissu préosseux, des ruminants en particulier, comparé à ceux qui l'accompagnent.

On sait que sous la peau de l'extrémité des *bois* de chevreuil, de daim, etc., qui repoussent, on sent une portion du tissu sous-jacent qui est plus molle que le reste de la longueur de l'organe. L'étude de sa composition, la dissection et l'analyse histologique font reconnaître la constitution indiquée ici dans

cette portion du tissu mou. Une analyse chimique faite par M. Henninger a donné les résultats suivants :

Les substances préosseuse et osseuse ont été traitées séparément par l'eau bouillante. Au bout de 6 heures, la substance préosseuse était dissoute, sauf une petite quantité de sels calcaires (carbonate et phosphate) et des débris cellulaires.

La substance osseuse a exigé 10 à 12 heures pour se dissoudre, et a laissé une proportion plus considérable de matières insolubles. Les deux solutions obtenues ont montré chacune les réactions de la *gélatine* :

Trouble insignifiant par les acides acétique, chlorhydrique et nitrique et par l'alun (*absence de chondrine*).

Elles précipitent abondamment par l'acide picrique, le tannin, l'acide métaphosphorique, et se colorent en violet par le sulfate de cuivre et la potasse.

Concentrées par évaporation, elles ont donné par le refroidissement des gelées. (HENNINGER.)

Le microscope a montré que les débris d'un blanc laiteux laissés par la substance préosseuse étaient composés principalement de granules isolés ou agglomérés de sels calcaires, tels que ceux qui se produisent dans la substance préosseuse en avant de la partie déjà ossifiée. On y voyait aussi des corps cellulaires irrégulièrement arrondis, comme chiffonnés autour d'un noyau à contour plus net, bien que moins régulier que sur les ostéoblastes normaux. On y trouvait en nombre moindre des cellules fibro-plastiques fusiformes, sans prolongements fibrillaires, nucléees, devenues plus étroites, que sur le tissu frais, mais encore bien reconnaissables. On y trouvait de plus quelques-uns de ces éléments encore groupés en cylindre autour d'un capillaire central, représentant en quelque sorte le moule de l'un des canaux fibro-médullaires ou vasculaires du tissu préosseux à l'état frais.

Le résidu ou dépôt donné par le traitement du *bois*, faisant suite au tissu préosseux, était bien plus abondant que le précédent. Il était formé de granules calcaires et de portions osseuses microscopiquement reconnaissables. On y trouvait fort peu des cellules fusiformes précédentes, mais un certain nombre de débris cellulaires proprement dits, représentés surtout par des noyaux grenus, à contour devenu irrégulier.

Le tissu préosseux gris, mou, flexible, mais résistant, non dépressible, ni extensible comme le tissu cellulaire, sans aspect fibreux ou ligamenteux, forme une petite masse qui sur une hauteur d'un demi-centimètre à un centimètre et terminée en sommet arrondi ou conoïde, a l'épaisseur de la *dague*, de la *perche* ou de l'*andouiller* en voie de reproduction. L'aspect strié en long de ce tissu déchiré et vu à l'œil nu est dû en partie aux vaisseaux ou mieux aux conduits qu'ils remplissent (p. 236) déjà longitudinaux, comme le seront les conduits vasculo-médullaires du bois adulte, par rapport à celui-ci et assez également écartés les uns des autres. Cet aspect est dû aussi à ce que les ostéoblastes sont disposés ou superposés les uns au-dessus des autres, leur grand diamètre en travers, formant des séries plus ou moins longues ou plus ou moins souvent interrompues, à peu près parallèles à ces conduits.

La jonction de ce tissu avec l'os déjà formé, celle dans la quelle le microscope montre des prolongements lamelleux ou aciculaires présente une teinte d'un blanc jaunâtre, plus prononcée encore quand ou arrive à l'os proprement dit; celui-ci plus près du crâne est dans son ensemble rendu rouge par la moëlle. Vers cette continuation des deux tissus la pointe du scalpel décèle déjà le calcaire par un bruit que le frottement ne produit pas plus haut.

Le tissu préosseux est gris rougeâtre sur la coupe à l'état frais, à coupe brillante et homogène, devenant gris blanchâtre lorsqu'il est rendu exsangue par une circonstance quelconque. Il se déchire assez facilement dans le sens de la longueur du *bois* et il se détache de l'os plutôt que de se laisser rompre en travers. Le sommet de la petite masse qu'il forme adhère plus à la peau, que le reste de sa circonférence. Il semble se continuer avec celle-ci, mais les coupes montrent une couche de tissu cellulaire sous-cutané, ici comme ailleurs, entre ce tissu et le derme, seulement elle est plus mince et à faisceaux plus serrés.

Un périoste assez mou, blanc, brillant, nacré recouvre toute l'étendue du *bois* déjà osseux et s'en détache facilement jusqu'au dessous de la meule (pl. XIX, fig, 2, 3, 4, *c*). Il s'étend sans discontinuité sur la portion encore préosseuse.

Sur les coupes il se dessine comme une zone légèrement jaunâtre, épaisse d'un demi-millimètre ou environ, moins trans-

parente que le tissu préosseux en dedans, bien moins encore par rapport au tissu cellulaire proprement dit en dehors. Celui-ci forme une couche épaisse de 2 millimètres ou environ : translucide en quelque sorte entre le derme épais d'un millimètre ou plus et le périoste ci-dessus, jaunâtre sur les coupes minces ainsi que le derme précédent. Ces deux derniers sont moins rougis par le carmin que le tissu cellulaire, qui lui même est un peu plus teinté que la substance préosseuse.

Ce périoste s'enfonce dans les sillons dont le tissu préosseux est déjà creusé comme le *bois* et leur est immédiatement contigu partout par sa face interne. Il est moins vasculaire que ceux-là et que le tissu cellulaire qui le recouvre ; du moins il n'est parcouru que par de nombreux capillaires les plus fins. Les plus gros sont dans le tissu cellulaire sous-dermique et dans le tissu préosseux (p. 236).

Ce qu'il offre de remarquable surtout c'est sa richesse en noyaux mous, faciles à déformer, visibles tant sur des préparations fraîches que sur les coupes longitudinales ; car la plupart sont parallèles à la surface de l'os ou du tissu préosseux dans le sens de la longueur de l'organe. Les divers procédés de dissection montrent qu'ils occupent le centre d'autant de cellules fibro-plastiques fusiformes. Vus par un de leurs bouts, sur les coupes transversales, ils sont souvent irréguliers, déformés, gonflés, d'aspect jaunâtre, comme s'ils réfractaient fortement la lumière à la manière des éléments élastiques, au lieu d'être finement grenus.

Ils sont du reste accompagnés de fibres élastiques, minces, parallèles aux surfaces du bois, mais non ramifiées ni anastomosées en formant des mailles anguleuses, polygonales, comme celles du tissu cellulaire et du derme.

Inutile de noter l'absence de ces fibres élastiques dans le tissu préosseux.

Sous ce tissu périostique riche en noyaux ovoïdes allongés occupant le milieu de plusieurs rangées de cellules fibro-plastiques, sur les côtés comme à l'extremité de la portion préosseuse du *bois*, on distingue sur les coupes les extremités mousses des saillies, irrégularités ou prolongements naturels du tissu préosseux. On les distingue à la fois par leur forme générale et par l'existence entre les cellules d'une substance hyaline un peu

striée ou non (p. 215), et moins riche en noyaux que le périoste en raison de ce qui vient d'être dit; c'est-à-dire à cellules plus écartées que ne le sont ces noyaux.

Ostéoblastes du tissu préosseux des ruminants. — Les cellules qui viennent d'être mentionnées sont des ostéoblastes. Bien que moins grosses ici que plus avant dans l'épaisseur du tissu, elles sont un peu plus épaisses et moins régulièrement superposées que les noyaux ovoïdes allongés de la couche périostique.

La substance préosseuse proprement dite qui sépare les ostéoblastes dépasse à peine le propre volume de ceux-ci; leur noyau est ovoïde, est long de $0^{mm},006$ à $0^{mm},007$ en moyenne et un peu moins épais (pl. XIX, fig. 1 à 5, *b*).

Ces éléments sont ainsi dans le tissu de la surface de la petite masse rénitente préosseuse. Mais à mesure qu'on les examine plus près de l'os déjà formé le corps de la cellule devient graduellement plus large et plus épais. Son noyau devient aussi graduellement plus gros, ovoïde s'il est vu suivant son grand diamètre, circulaire s'il est vu par l'un des bouts, finement grenu, sans nucléole. Les ostéoblastes présentent plus spécialement ces caractères d'abord le long des conduits qui logent les capillaires, avant qu'ils n'atteignent les mêmes dimensions et la même transparence, vers le milieu des portions inter-vasculaires (fig. 1 à 5, *o*).

En même temps augmente l'épaisseur de la substance préosseuse proprement dite qui les sépare, devenant le double ($0^{mm},008$ à $0^{mm},012$) de ce qu'elle était; elle sépare les *ostéoblastes* qui sont sous la forme de belles cellules, qui dans l'eau ou la glycérine sont la plupart régulièrement soit circulaires, soit ovoïdes, rarement anguleuses; elles sont aplaties, longues de $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$, à noyau ovoïde long de $0^{mm},008$ à $0^{mm},012$, à grand diamètre restant encore transversal. On les retrouve encore avec ces caractères et plus ou moins superposé en séries, sous la substance phosphatique qui les recouvre dans l'os naissant, lorsqu'on dissout celle-ci. Dans ces deux portions continues la masse représentée par la substance préosseuse même, hyaline, etc., est à peine plus considérable que celle que constituent les alvéoles dont elle est creusée, remplies chacune par un ostéoblaste.

Répétons qu'à l'état frais la *substance préosseuse* n'est ni

homogène comme la substance fondamentale du cartilage, ni parcourue par des fibres comme celle du fibro-cartilage. Sur le tissu frais, elle est partout marquée de stries paraissant enchevêtrées en raison de la manière dont elle passent ou s'étendent d'un point à l'autre en contournant les alvéoles dont est parsemé son ensemble. Elle est en même temps très finement grenue et inégalement. Elle est dificile à déchirer, non divisible en fibres bien que ses bords soient denticulés. L'acide acétique la gonfle à peine, bien qu'il la rende homogène, hyaline en faisant disparaître ses stries et ses granulations. En même temps cet acide pâlit un peu le corps cellulaire des ostéoblastes et rend visible le noyau lorsqu'il ne l'était pas déjà.

Les cellules isolées mises en liberté et flottantes montrent un contour régulier (fig. 6, *a*, *b*), anguleux ou non, une épaisseur moitié moindre environ que leur largeur ; quelques-unes sont un peu moins aplaties. Leur substance incolore est parsemée d'un nombre variable, mais assez grand de fines granulations. Leur noyau placé souvent un peu hors de leur milieu est visible sur la plupart avant toute action chimique.

Aussitôt que les *ostéoblastes* sont devenus bien distincts comme tels au sommet du bois en voie de croissance, ces éléments présentent de la façon la plus nette les aspects qui répondent à la multiplication cellulaire par scissiparité. Beaucoup d'entre eux renferment deux ou trois noyaux (fig. 2 et 3), parfois même un plus grand nombre, et l'on observe tous les stades de la segmentation nucléaire : noyaux allongés, étranglés en bissac ou en biscuit, ou bien deux noyaux contigus par des sur faces aplaties, etc. Un peu plus bas il n'est pas rare de trouver deux ostéoblastes dans une même cavité de la substance préosseuse; fréquemment des cellules voisines sont reliées par des travées (protoplasmiques) assez minces, ce qui tendrait à prouver que ces éléments, d'abord très rapprochés les uns des autres au moment de leur naissance aux dépens de la cellule mère, sont ensuite écartés progressivement par la substance fondamentale qui se produit entre eux et devient de plus en plus abondante.

A mesure que l'on s'éloigne de l'extrémité libre les phénomènes de prolifération cellulaire paraissent diminuer d'activité, fait facile à comprendre puisque c'est là que se trouve le point de croissance le plus important pour l'allongement de l'os.

Mais pourtant on trouve encore bien plus bas des noyaux en voie de division ou des cellules à deux noyaux ; il y en a même encore quelques exemples tout au voisinage de l'apophyse frontale, alors que la cellule osseuse est déjà logée dans une cavité radiée à fins prolongements ramifiés, ayant en un mot tous les caractères de l'élément adulte. Il est probable que dans ces derniers cas la scission ne va pas plus loin.

Cette multiplication des cellules est une preuve irrécusable de l'accomplissement d'un accroissement interstitiel de la tige osseuse, accroissement qui contribuerait à l'augmentation en longueur aussi bien que la production incessante de nouvelles travées de substance préosseuse au sommet de l'organe; en effet, sur l'os bien formé, les ostéoblastes sont bien plus distants les uns des autres que les cavités irrégulières de la substance préosseuse. C'est là un fait analogue à celui qui se produit dans la diaphyse des os longs du squelette.

Outre l'augmentation numérique par voie de scissiparité des cellules déjà contenues dans la substance préosseuse, il faut porter encore en ligne de compte l'inclusion progressive de bien plus rares ostéoblastes qui apparaissent en dehors des travées, dans le tissu médullaire, interposés à ces dernières et à la surface du bois sous le périoste (fig. 3 et fig. 5, *o*).

Ces éléments se présentent là avec leurs caractères habituels : on les voit émettre des fins prolongements qui s'entourent peu à peu de substance amorphe ; d'autres semblent en quelque sorte à cheval sur le bord de l'os, la moitié du corps cellulaire étant déjà englobée dans celui-ci, tandis que l'autre portion est encore libre et fait saillie dans le tissu cellulaire de la moelle (fig. 5, *o*) ou dans celui du périoste. Ces faits s'observent le mieux sur des coupes transversales.

Mais il est facile de se rendre compte par l'inspection des pièces que l'inclusion d'ostéoblastes extérieurs ne joue ici qu'un rôle absolument secondaire. On peut parcourir de larges surfaces sur les préparations sans constater aucune trace de ce mode d'accroissement; là où il a lieu les ostéoblastes ne sont jamais qu'en petit nombre, et on remarque alors que la zone hyaline limitante de l'os (p. 286) est beaucoup moins nette.

Comme les travées osseuses n'augmentent plus en diamètre à partir du moment où elles se sont formées au sommet du bois,

il faut admettre que l'augmentation d'épaisseur qui devrait résulter de l'opposition d'ostéoblastes et de nouvelles couches osseuses à la surface, se trouve compensée par une extension proportionnelle dans le sens de la longueur.

La substance préosseuse, dont la coupe ou la déchirure ont ouvert les cavités et fait sortir les cellules, reste sous un aspect élégamment aréolaire. Tout en restant le même au fond cet aspect varie par la grandeur des alvéoles et des cellules qu'elles contiennent suivant que la préparation est prise sur le tissu où débute l'ossification, ou au contraire plus ou moins haut en remontant vers le sommet de l'andouiller croissant; ici les alvéoles sont de plus en plus petits et contiennent des cellules d'un volume proportionnel; cellules plus minces, plus petites en particulier dans le tissu durci que dans le tissu des régions correspondantes. La substance même creusée des cavités contenant les ostéoblates est rendue homogène, translucide, sans stries et avec moins de granulations, par l'action de l'acide acétique, etc. (fig. 1 à 6).

En comparant ici les préparations du tissu frais à celles du tissu durci prises en des points qui se correspondent, on voit très manifestement, par les différences d'état des parties, qu'on ne saurait avoir une exacte idée de leur texture, ici comme en tant d'autres tissus, tant qu'on n'a pas comparé l'état frais ou naturel aux modifications produites par les actions chimiques durcissantes ou colorantes.

Rien de plus remarquable sur les coupes transversales du tissu préosseux que l'état aréolaire qui résulte de la section dans ce sens des canaux longitudinaux vasculaires. Cela est surtout frappant près de la surface de l'organe, où les conduits, bien plus nombreux que vers le centre et plus larges, sont séparés par une épaisseur de substance préosseuse ne dépassant pas 4 à 6 centièmes de millimètre. De plus, dans ces canaux vasculaires de la surface, plus larges et moins écartés qu'ils ne le sont en approchant de l'axe de l'organe, le périoste se prolonge, se continue et accompagne les capillaires (fig. 1, *d*).

Dans le sens longitudinal comme en travers, les coupes montrent la disposition générale du tissu préosseux mou, telle que sera bientôt celle de l'os. Sous ce rapport, rien ne mérite plus exactement le nom de *tissu préosseux* que celui-ci, sans parler

de la manière dont les ostéoblastes y occupent déjà les distributions qu'on retrouve dans l'os, les canalicules radiés périphériques exceptés.

§ 5. — **De l'ostéogénie dans le tissu préosseux.**

Le *tissu préosseux* du *bois* des ruminants se distingue de celui des os de la voûte du crâne, etc., par ce fait que les *ostéoblastes* en font partie directement, englobés d'avance dans son épaisseur, remplissant des loges qu'il circonscrit ; ils sont ainsi inclus d'avance au lieu d'être simplement rangés en couches le long de prolongements étendus dans le tissu cellulaire ambiant et isolables, comme on le voit au crâne, aux mâchoires, etc.

Sur le *bois* encore l'ostéogenèse, l'ossification proprement dite, consiste uniquement et simplement en la production de la substance préosseuse proprement dite, séparant les ostéoblastes les uns des autres.

Ces derniers sont ainsi graduellement entourés, englobés par le calcaire dont la formation va progressant sous forme de traînées ou lamelles dont la coupe est circulaire, plus ou moins mousse. Comme dans le cas de la production du tissu dit *ostéoïde*, d'abord au sein d'un cartilage préexistant, la substance dure s'avance dans des cloisons hyalines limitant des cavités ; elle est aussi grenue, à granules fins, jaunâtres par lumière transmise et réfractant fortement la lumière. Seulement sur les cervidés, les ostéoblastes ainsi directement circonscrits restent et deviennent directement aussi des *ostéoblastes* ou cellules radiées caractéristiques de l'os. D'autre part, ils sont enfermés d'avance dans la cavité qui deviendra cavité caractéristique de l'os, au lieu d'avoir été préalablement isolables, pour être englobés ensuite par la substance dure, au fur et à mesure qu'a lieu sa production, comme on le voit au crâne, à la surface sous-périostique des os longs, etc. Ils ne subissent aucuns changements essentiels de structure comparables à ceux offerts par les cellules du cartilage d'ossification devenu ostéoïde.

L'état grenu, jaunâtre sous le microscope dû à la production des granules calcaires entre les cavités que comblent les ostéoblastes, avant qu'ils soient totalement englobés et que la sub-

stance osseuse soit cohérente et homogène est ici remarquable.

Comme dans les cas de l'ostéogenèse en général, l'acide acétique et autres, dissolvent la substance dure ou calcaire encore grenue, de nouvelle formation, qui entourait et masquait les ostéoblastes englobés. Ces agents remettent ainsi en évidence des séries d'ostéoblastes semblables aux ostéoblastes visibles dans le tissu préosseux voisin non encore calcifié et semblablement disposés.

La substance préosseuse qui les sépare et les entoure en même temps, reprend son état transparent, hyalin, soit homogène, soit finement grenu, l'acide acétique ne dissolvant pas toutes les granulations.

Sous l'état précédent, ce tissu, tant dans la portion décalcifiée que dans celle qui, toute voisine, était encore à l'état de *tissu mou* offre un aspect élégamment aréolaire dû à la présence de cavités dans une substance hyaline, remplies chacune par une cellule, qui n'est pas sans analogie avec celui de certains cartilages à chondroplastes petits et rapprochés du fœtus, du cal ou des tumeurs. Mais sa substance rougit au contact du carmin, tandis qu'il n'en est rien pour le cartilage, etc. De plus, ce n'est qu'après l'action de l'acide acétique que la substance préosseuse prend une homogénéité comparable à celle que la substance fondamentale du cartilage possède normalement, au lieu de l'état strié et finement grenu particulier, qu'elle possédait avant.

Sur le tissu frais coupé en tranches minces ensuite dilacérées, bien mieux que sur les coupes du tissu durci par les chromates, etc., les premières phases de la production de la substance fondamentale de l'os ont donc l'aspect des débuts de l'ostéogènie dans un cartilage préexistant. Seulement, comme nous l'avons déjà dit, cette production a lieu dans une substance autre que celle du cartilage, contenant déjà dans ses cavités des cellules qu'on en peut faire sortir aussi, mais reconnaître alors et avant, comme ayant des caractères autres que ceux des cellules du cartilage.

L'ossification ne consiste donc pas pour le *bois*, comme pour l'os squélettique, non précédé de cartilage de même forme, en un empiètement de la substance dure, entre des ostéoblastes, puis autour d'eux, d'abord libres à la surface de celle-ci ou à la

surface des prolongements de substance préosseuse. Elle consiste en une production de granules phosphatiques dans la substance préosseuse (p. 227), autour de chacune de ses cavités contenant un ostéoblaste.

Les granulations calcaires jaunâtres, sphériques, brillantes, larges de 2 à 3 millièmes de millimètre sont éparses dans la substance préosseuse, sur une étendue d'un dixième de millimètre au moins, au delà du niveau où elles sont assez nombreuses pour être contiguës, mais non encore cohérentes, et entourer d'abord, puis pour masquer plus ou moins les ostéoblastes.

C'est vers le milieu de l'intervalle de deux vaisseaux que dans la substance préosseuse se forment ces granules, dont la cohérence a pour résultat la production de la substance osseuse fondamentale. Elle reste grenue à granules distincts assez gros, jusqu'au point où les contours des cavités, remplies chacune par l'ostéoblaste, deviennent anguleuses et bientôt entourées de canalicules.

C'est à 10 millimètres environ du sommet de la petite masse préosseuse conoïde que débute la production de l'état grenu phosphatique. C'est environ à deux centimètres plus bas seulement que les cavités ostéoplastiques se montrent entourées de canalicules radiés et plus petites en même temps, plus étroites, relativement plus longues, semblables en un mot aux ostéoplastes du *bois* ou os parfait; et de même pour les ostéoblastes qui y restent inclus et graduellement modifiés.

Disons dès à présent qu'ici se constate le seul fait réellement connu d'*ossification directe*, dite aussi *métaplastique;* mais avec cette particularité que ce sont des *ostéoblastes* qui sont déjà englobés dans une substance organique fondamentale, de même composition que l'osséine, laquelle ne fait que s'associer les sels calcaires et aussitôt les *ostéoblastes* passent à l'état de *cellules osseuses radiées*. Ce ne sont ni des noyaux ou des cellules du tissu cellulaire, ni des cellules cartilagineuses qui passent à l'état de cellules radiées de l'os; ce n'est également ni les faisceaux fibrillaires du tissu cellulaire, ni la substance fondamentale inter-cellulaire du cartilage ou chondrogène qui se combine aux sels de chaux pour former la substance dure de l'os.

Partout ailleurs, qu'il y ait ou non cartilage de même forme préexistant, c'est l'*ossification indirecte* qu'on observe; c'est-à-dire celle dans laquelle ce qui sera *cellule osseuse radiée* est d'abord *ostéoblaste libre* et isolable, avant d'être englobé par la substance dure ou fondamentale de l'os, composée d'osséine et de sels calcaires, sans chondrine.

A proprement parler, comme on le voit, la distinction établie entre l'*ossification directe* ou *métaplastique* (des tissus conjonctif, tendineux, *cartilagineux*, etc.) et l'*ossification indirecte* ou *ostéoblastique* doit disparaître, comme contredite par l'observation. Toutes deux, en effet, sont *ostéoblastiques*, c'est-à-dire précédées par la production d'*ostéoblastes* devenant les *cellules osseuses* ou *radiées* sans que jamais une cellule des tissus soit conjonctif, soit cartilagineux, etc., se transforme en cette cellule osseuse sans que jamais les fibres de l'un et la substance intercellulaire du second se transforment en la substance fondamentale de l'os. Ce n'est qu'à ce titre qu'on peut dire qu'*il y a analogie complète entre l'ossification du cartilage et celle du tissu conjonctif proprement dit* (Julin). Il ne reste de différences qu'entre les ossifications *avec* ou *sans cartilage préexistant de même forme* et seulement encore en ce que dans un cas les ostéoblastes et la substance fondamentale osseuse remplacent un tissu dont la présence et la forme indiquaient la venue de l'os, tandis que dans l'autre rien n'indique cette venue jusqu'à l'apparition du tissu préosseux, qui est de l'osséine (*collagène*) ou ou substance organique fondamentale de l'os; car partout c'est aux dépens des ostéoblastes qu'a lieu la formation des cellules caractéristiques de l'os, que ces ostéoblastes se trouvent ou non, soit libres, soit inclus directement d'avance dans la substance préosseuse, comme dans les cas physiologiques examinés ici.

Pour l'ensemble, il faut savoir que l'ossification proprement dite, marche plus vite vers la périphérie qu'au centre de l'audouiller, périphérie devenant osseuse avant le centre qu'elle entoure en quelque sorte comme un étui; en sorte que la coupe de celui-ci se montre terminée sur le chevreuil par un centimètre de tissu préosseux pur, se continuant sur une longueur de 2 centimètres environ par une portion plus rouge que ce tissu et l'os même; portion composée de lamelles en voie d'os-

sification, jaunâtres, mêlées à des portions grisâtres homogènes de tissu préosseux non ossifié, portion enfin qui est conoïde, de moins en moins épaisse, parce que plus on approche de la *meule*, plus c'est l'*os* disposé inversement qui la remplace (et avec laquelle elle est naturellement en continuité), qui domine. Pendant la dessication des pièces fraîches, cette portion reste longtemps rouge, alors que ce qui est complètement ossifié est devenu jaunâtre. Il y a du reste de légères inégalités à cet égard d'un individu à l'autre et selon que c'est la *perche* ou un *andouiller* qu'on examine, selon aussi que ce dernier est au début ou à la fin de la production.

Pour saisir exactement les phases de l'ostéogénèse, de l'ossification proprement dite, de la production des *ostéoplastes*, en un mot, il faut ici les étudier sur les tissus pris à l'état frais, plutôt encore que sur ceux qui ont été durcis, et surtout que sur ceux qui ont été décalcifiés.

On constate alors qu'à 5 ou 6 millimètres du point où débute la production des granules calcaires, les *ostéoblastes* sont entourés complètement par ces derniers, assez gros, réfractant fortement la lumière et contigus (p. 227). Les ostéoblastes ont encore leur volume, leur forme et leur ensemble présente un aspect aréolaire remarquable, conséquence de la manière dont la substance fondamentale, dure, granuleuse, a remplacé la matière préosseuse. La glycérine n'amène le dégagement d'aucun gaz. Déjà pourtant il est de ces cavités dont la limite même est homogène, non grenue comme dans les intervalles qui les sépare, qui malgré leur largeur et leur forme arrondie ou ovalaire présentent comme des incisures périphériques empiétant dans cette substance homogène limitante. Ce sont là les origines des canalicules radiés anastomotiques des *ostéoplastes*.

A 3 ou 4 millimètres plus bas, les cavités caractéristiques peut-être déjà un peu moins larges, mais toujours arrondies ou ovalaires, ont un contour mieux dessiné, pourvu d'incisures plus longues, creusées dans une substance dure devenue plus homogène, moins grenue ou ne l'étant que par places. La glycérine n'y produit aucun dégagement de gaz.

De 2 à 4 millimètres plus loin, c'est-à-dire à 10, 12 ou 15 millimètres environ du point où sur la même ligne a commencé la calcification, les *ostéoplastes* sont encore ronds ou ovalaires

en général, mais bien limités, par une substance presqu'aussi homogène que dans l'os complètement formé. Mais beaucoup sont manifestement rendus anguleux par les incisures précédentes élargies ici, en même temps qu'elles sont devenues plus longues. De plus, on voit la glycérine déterminer dans la cavité de quelques-uns le dégagement de gaz (1), gagnant les canalicules et montrant déjà les anastomoses de ceux d'une cavité avec ceux de l'autre. Le caractère d'*ostéoplastes* est donc déjà complet ici, bien que ces cavités soient encore arrondies, plus rapprochées les unes des autres qu'elles ne le seront dans l'os parfait; ce qui tient, en partie au moins à ce que les ostéoplastes sont encore plus larges, moins lenticulaires qu'ils ne le seront bientôt. En tout cas, le fait du dégagement de gaz dans les *ostéoplastes* ou cavités radiées caractéristiques de l'os prouve que des modifications physiologiques importantes sont survenues dans le contenu ou ostéoblaste, sur lequel au-dessus ou auparavant rien de pareil ne se produisait. Pourtant lorsqu'il s'agit de l'os naissant dans un cartilage de même forme et se substituant à lui, le dégagement de gaz au contact de la glycérine a lieu déjà au-dessus de l'os proprement dit, dans des cavités autour desquelles il n'y a encore que calcification du cartilage; cela est du moins dans les cartilages en voie d'ossification de la trachée des oiseaux. (Herrmann.)

A 2 ou 3 millimètres encore plus loin, les cavités de l'os sont en partie larges et arrondies, en partie de forme tenticulaire notablement plus longues que larges, à contour plus ou moins anguleux, alors que dans celles qui sont circulaires ou ovalaires, ce sont des incisures qu'on voit encore, plutôt que des ouvertures ou baies anguleuses, orifices d'abouchement des canalicules. Ici la glycérine amène un dégagement de gaz dont on suit toutes les phases, souvent brusques, en une ou cinq minutes environ. Ce gaz pénètre peu à peu dans les canalicules, montre, de la manière la plus nette, leurs ramifications et leurs anastomoses, déjà nombreuses et moins fines encore qu'elles ne le seront sur l'adulte.

Comme dans les os frais complètement développés, ce dégagement n'a jamais lieu dans la totalité des ostéoplastes; mais

(1) Ch. Robin. *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1857, in-4, t. XLIV, p. 374.

il se produit dans un plus grand nombre qu'à quelques millimètres au-dessus et d'autre part dans un moindre nombre que plus loin dans l'os parfait.

De plus, les coupes montrent ici que la substance plus transparente que le reste du tissu préosseux qui forme la limite interne même des conduits vasculaires est encore molle et dépourvue d'*ostéoplastes*, comme elle l'était d'*ostéoblastes* (fig. 3. *h*) sur une épaisseur d'un centième de millimètre en moyenne. Plus tard, cette épaisseur de substance durcit autant que l'os même, mais sans passer par l'état grenu ; elle reste sur l'adulte, tout à fait homogène, translucide et formant sur toute l'étendue des lamelles limitant les conduits une sorte de vernis hyalin qui ne laisse pas les canalicules radiés des ostéoblastes arriver et s'ouvrir aux surfaces osseuses vasculo-médullaires.

Enfin, à quelques millimètres plus loin, à 3 centimètres environ du sommet terminal préosseux les coupes montrent la substance fondamentale de l'os tout à fait homogène, parsemée d'*ostéoplastes* tels que dans l'os adulte, à quelques minimes différences près encore de forme et de largeur, dans lesquels la glycérine amène un dégagement de gaz sur un plus grand nombre que parmi ceux examinés dans des parties d'ossification moins ancienne.

La couche hyaline précédente existant déjà à la face interne des conduits médullo-vasculaires du tissu *préosseux*, fait que toujours ces surfaces sont lisses, sans dentelures ou irrégularités, telles que celles qu'on voit au contraire sur les radiations osseuses périphériques des os de la voûte crânienne fœtale. Nous avons du reste déjà dit qu'il n'y a pas sur le bois d'ostéoblastes dont l'enveloppement par la substance fondamentale de l'os détermine ces irrégularités temporaires ; que cette couche hyaline tient éloignées de l'*os* même la rangée des médullocelles (fig. 3, *h*) ; fait qui s'ajoute aux caractères individuels des cellules pour montrer combien les médullocelles diffèrent des ostéoblastes. D'autre part, dans la partie superficielle, c'est du tissu cellulaire serré, prolongeant celui du préioste qui touche les surfaces lisses de la couche hyaline précédente, limitant les alvéoles. Là, non plus qu'à la surface sous-périostique, il n'y a d'ostéoblastes, ni production de couches concentriques osseuses, ni de canaux de Havers. Par places pourtant (p. 225),

et sur le veau particulièrement, les lames osseuses à coupe d'aspect trabéculaire sont denticulées sur les bords, par suite de la présence d'*ostéoblastes* épars qu'elles englobent encore en partie seulement.

En tout cas, la présence de ces dentelures ou mieux des *ostéoblastes* épars ne conduit nulle part, à la superficie, ni dans la profondeur, tant du *bois* que de la columelle osseuse des cornes, épidermiques à la production des couches ou lamelles osseuses concentriques, tant profondes que sous-périostiques, existant dans le *frontal*, le *pariétal*, y comprise la *table interne* de l'os.

Nous avons déjà dit, en effet, que le *bois* est formé partout, avec toute son épaisseur, la *meule* et les *perlures* comme le reste, sans couches d'épaississement qu'on disait produites par l'*ossification sous-périostique,* contrairement à ce que l'on voit sur la voûte crânienne et sur les os longs.

Son volume est indiqué de suite par celui du tissu préosseux mou, qui, épais au niveau de la meule se présente sous une masse de moins en moins grosse, pour se terminer en pointe sans accroissement ultérieur continu, ou même discontinu, sauf les cas accidentels d'hypertrophie *bourgeonnante* pathologique.

La couche hyaline indiquée plus haut décalcifiée est colorée par le carmin comme le reste de l'osséine, peut-être même un peu plus.

Ce qu'elle offre de remarquable, c'est que sa présence est un des caractères du *bois*. Elle en recouvre aussi bien les surfaces sous-périostiques que les faces qui limitent les alvéoles medullo-vasculaires. On peut voir qu'elle s'amincit et cesse d'exister au niveau de l'union du *bois* avec l'os de l'apophyse frontale. Sur cet os et les autres elle n'existe ni à leur surface périostique, ni sur les cloisons limitant les alvéoles diploïques. Elle n'existe pas non plus le long des conduits de Havers. En un mot, on peut constater que dans les os de la voûte du crâne, les medullocelles et les myéloplaxes, quand il y en a, sont directement au contact de la substance osseuse, tandis que c'est au contact de la couche précédente, hyaline, homogène et sans ostéoplastes qu'elles se trouvent dans les alvéoles du *bois*.

Rappelons encore ici l'importance du fait concernant la préexistence des *ostéoblastes* dans des cavités de la substance

préosseuse et la manière dont ces cavités passent directement à l'état d'*ostéoplastes;* rappelons que la production de la substance fondamentale, phosphatique, ou dure de l'os, à l'état grenu d'abord, devenant peu à peu homogène, se produit dans la substance préosseuse, alors qu'à la même hauteur, d'autres portions de celle-ci ne sont pas encore *ossifiées;* que cette ostéogenèse fait passer directement à l'état de conduits medullo-vasculaires (avec une proportion notable de tissu cellulaire autour des vaisseaux) les canaux purement vasculaires d'abord du tissu préosseux ; que ces conduits, au lieu d'arriver à l'état de canaux de Havers, avec un système de couches concentriques, s'élargissent au contraire avec l'âge. Par suite de leurs anastomoses, ils passent directement ainsi à l'état d'alvéoles allongés, communiquant ensemble, tels qu'on les retrouve toujours sur le *bois* complètement développé avant et après sa chute. Sur les os du crâne au contraire, dans la lame externe de l'apophyse frontale, on trouve à la fois des alvéoles fibro-medullaires analogues et des canaux de Havers proprement dits avec leurs couches concentriques.

Notons maintenant, que durant cette ostéogenèse, les coupes minces du bois, les transversales surtout, des conduits médullo-vasculaires ou fibro-vasculaires donnent des aspects très analogues à ceux que les os de la voûte crânienne et des maxillaires encore minces, présentent naturellement; sur les bords de ces os particulièrement.

La section des lames osseuses, limitant les conduits vasculaires précédents, simule en effet, les minces prolongements, aciculaires ou radiations périphériques des os crâniens anastomosées, avec anastomoses circonscrivant des mailles ou aréoles d'un diamètre de un à deux dixièmes de millimètre ou environ, pleines aussi de tissu cellulaire et vasculaire, avec de la moelle aussi riche bientôt en myéloplaxes. Sur les coupes minces de lamelles ou cloisons verticales, on trouve aussi, comme dans les os du crâne ci-dessus : 1° un état d'abord moins nettement homogène que plus tard de la substance dure fondamentale; 2° des *ostéoplastes* plus larges qu'ils ne seront ultérieurement plus arrondis que les lenticulaires, avec des incisures périphériques, origines des canalicules radiés, analogues de part et d'autre; 3° dans ces cavités sont des *ostéoblastes* dont le

corps cellulaire et le noyau sont facilement et directement reconnaissables; toutes particularités anatomiques, manifestement analogues l'une à l'autre, dans leur ensemble surtout et même dans les détails comparés ensemble.

§ 6. — Sur les vaisseaux et la moelle du tissu préosseux et de l'os qui le remplace.

Ainsi constitué, le *tissu préosseux* n'est parcouru de vaisseaux que dans le sens de sa longueur. Ils sont déjà contenus dans des canaux plus ou moins obliquement anastomosés çà et là selon le type anastomotique des conduits dont est parcouru le *bois* adulte. Ces canaux sont distants les uns des autres de un dixième de millimètre en moyenne, ici plus, ailleurs moins. Leur largeur varie de $0^{mm},06$ à $0^{mm},16$. Ils contiennent de un à trois et même quatre capillaires chacun; les parois de ces derniers sont directement contiguës à la substance préosseuse; dans un assez grand nombre, il y a une petite quantité de tissu cellulaire mou, grenu à cellules fusiformes, etc., autour d'eux et dans les vides laissés par les deux ou trois capillaires voisins (fig. 5, *c*).

Ce tissu cellulaire augmente un peu de quantité et les canaux deviennent un peu plus larges lorsqu'on approche de la partie en voie d'ossification. La portion de substance préosseuse même limitant le canal est un peu plus transparente (fig. 3 *h*) sur une épaisseur de $0^{mm},01$ à $0^{mm},02$ que le reste du tissu intermédiaire aux ostéoblastes formant la partie centrale des travées. Sur les coupes transversales de l'organe, elle dessine une zone claire interne présentant une réfringence spéciale, surtout lorsqu'on l'examine à un éclairage oblique, tout à fait dépourvue d'ostéoblastes ou sur laquelle empiètent un peu quelques-uns seulement (fig. 5, *o*).

Au sommet conoïde de l'organe, les vaisseaux, qui en sortent souvent flexueux, à flexuosités rapprochées, se courbent en s'inclinant du dedans vers le dehors ou réciproquement, pour s'anastomoser avec ceux du périoste et du tissu cellulaire sous-cutané disposés en tourbillon ou *vortex*.

A 10 millimètres environ à compter du sommet des andouillers croissants, un peu au-dessous du niveau où débute l'ostéogenèse proprement dite, les conduits contenant les capillaires,

deviennent graduellement plus larges que ceux-ci. La proportion du tissu cellulaire mou, réticulé, à cellules fusiformes ou étoilées, augmente entre le capillaire et le tissu osseux. Le capillaire reste au centre du canal qui le loge, séparé de l'os par le tissu cellulaire précédent, avec le volume qu'il avait dans le tissu préosseux, tandis que le canal lui-même atteint rapidement un diamètre d'un dixième de millimètre. Quelques-uns de ces conduits restent avec ce diamètre et d'autres, tous anastomosés réciproquement, atteignent un diamètre double. Ce sont eux que l'on retrouve toujours sous ces dimensions et sans que les alvéoles ou cavités, soient plus grandes dans le *bois* devenu caduc.

Celui-ci ne montre également nulle part du tissu compacte proprement dit, ni des canaux de Havers, qui existent au contraire immédiatement au-dessous dans le tissu de l'apophyse frontale.

Quoi qu'il en soit au centre de ces conduits, au sein de ce tissu cellulaire, il y a soit un, soit deux capillaires (fig. 5, *a*), ou dans quelques-uns ce sont des capillaires des plus fins anastomosés enréseau.

Ces conduits sont ainsi plus grands dans l'os qu'ils n'étaient dans le tissu préosseux et même que dans les portions osseuses nouvellement nées, c'est-à-dire du sommet soit de la *perche* soit de l'*andouiller*; c'est l'inverse de ce que l'on voit pour les canaux de Havers des os squelettiques adultes comparés à ceux du fœtus. On constate en d'autres termes que l'agrandissement de leur diamètre est dû à une résorption de la substance osseuse limitante déjà formée; perte osseuse comblée graduellement aussi par la production de médullocelles et de myéloplaxes, etc. Ces éléments existent en très grand nombre et avec une grande variété de formes et de dimensions. Les myéloplaxes notamment présentent un aspect des plus remarquables, tantôt arrondies, avec ou sans prolongements, tantôt avec des ramifications arborescentes parfois si nombreuses qu'elles masquent une partie notable du corps même de ces éléments préparés par dissociation. Souvent ces cellules s'étirent en longs cylindres (fig. 7, *a, b, c*), bifurqués en Y, anastomosés en H, etc.... et présentant dans leur portion centrale de longues rangées de noyaux ovoïdes. Ces corps irréguliers (fig. 5, *my*) existent entre

les médullocelles (*me*) et les trabécules du riche réseau formé par les prolongements des cellules fibro-plastiques (*c*), ou bien enclavés plus ou moins profondément dans des excavations superficielles analogues aux lacunes de Howship de la substance préosseuse.

Les médullocelles se trouvent fréquemment en masses compactes, et sont alors polyédriques par pression réciproque avec un bord uni, rectiligne, contigu à la zone hyaline limitante des travées préosseuses. Çà et là on aperçoit de rares ostéoblastes encore incomplètement entourés par la substance fondamentale dans laquelle ils envoient de fines ramifications très effilées. Tous ces éléments sont contigus, enchevêtrés, pressés les uns contre les autres. Il n'est pas rare de les voir combler entièrement les petits alvéoles du tissu, sans que l'on puisse alors constater la présence d'un capillaire central.

Il paraît difficile d'indiquer le mode exact d'apparition de ces éléments. En partant du sommet de la perche en voie de formation on voit d'abord s'interposer aux cellules fusiformes qui accompagnent les capillaires de petits noyaux ronds ou ovoïdes; un peu plus bas ces corps semblent augmenter de volume jusqu'à ce que l'on se trouve en présence de médullocelles parfaites. Les myéloplaxes, bien que rares et d'un petit volume, se montrent un peu avant qu'on n'arrive aux régions renfermant des cellules de la moelle bien nettement reconnaissables.

En suivant ces conduits du côté de la *meule*, a partir du sommet, après les avoir vus pleins de tissu cellulaire sur une longueur de 1 centimètre ou environ, on trouve des médullocelles, d'abord éparses puis formant une couche plus ou moins continue. Ces éléments sont appliqués directement contre la substance osseuse encore plus ou moins grenue, mais n'étant plus purement préosseuse, séparés d'elle et des ostéoblastes (fig. 3, *g*) par la *couche hyaline* (fig. 3, *h*) déjà décrite (p. 233 et 236).

Ils sont entre elle et le tissu cellulaire, appliqués sur le lâche cordon central sus-indiqué (fig. 5, *ac*) qui touchait d'abord la face interne du canal. Cette couche de médullocelles existe bientôt sur deux rangées, etc., et devient de plus en plus épaisse, tant absolument que relativement à la quantité du tissu cellulaire central qui suit les vaisseaux. La moelle très rouge ainsi com-

posée ne renferme jamais de vésicules adipeuses à l'état normal.

Ici et plus loin jusque dans le frontal il y a une grande netteté de constitution de la moelle du *bois* et du diploë, de celui-ci surtout, représentée par une couche sur deux ou trois rangées de médullocelles, tant à l'état de noyaux libres que surtout sous celui de cellules nucléées immédiatement juxtaposées entre elles et appliquées contre la substance osseuse limitant les conduits ou alvéoles de l'os. Cette couche épaisse bientôt de 1, 2, 3 et même 4 centièmes de millimètre sépare l'os d'un véritable cylindre ou d'un faisceau irrégulièrement prismatique de tissu cellulaire mou à l'état, soit de cellules fibro-plastiques, soit fibrillaire, suivant les régions, avec un ou plusieurs capillaires au centre ; tissu dont on suit la continuité avec les faisceaux du périoste, la couche médullaire proprement dite ou des cellules cessant d'exister à quelques centièmes de millimètre de la surface périostique même de l'os.

Notons un fait qui correspond avec cette particularité que les larges conduits précédents ont d'abord été plus étroits qu'ils ne sont plus tard, et purement vasculaires, avant d'arriver à celui de conduits ou alvéoles larges de $0^{mm},2$ en moyenne, médullo-vasculaires. C'est que jamais on ne constate durant le développement de ces os caduques la présence d'autres *ostéoblastes* que ceux qui ont été dans le tissu préosseux. En dehors des cas particuliers notés à la surface du *bois* (p. 225 et fig. 5, *o*), on n'en trouve jamais dans les conduits médullo-vasculaires ci-dessus qui soient rangés en couche entre la substance osseuse même et les médullocelles (fig. 5, *me*), etc., contrairement à ce qu'on voit durant la production des os du squelette proprement dit dans leurs alvéoles, dont quelques-uns arriveront à l'état de canaux de Havers, à l'aide et aux dépens de l'inclusion graduelle de cette rangée de leurs ostéoblastes.

Sur un même *bois* et à un même niveau ce sont les myéloplaxes qu'on trouve, sur quelques individus, dans les conduits vasculaires comme premiers éléments cellulaires propres de la moelle (voy p. 278). Elles sont éparses çà et là, jamais juxtaposées en couche, la plupart appliquées contre l'*os*, moulées en quelque sorte sur ses inégalités, entre lui et le tissu cellulaire; plus bas se montrent les médullocelles comme il a été dit.

Sur les os du crâne et de la face du reste de l'homme, etc.,

on trouve souvent des myéloplaxes isolées ou réunies en certain nombre, à la surface même de l'os, en voie de développement entre lui et le tissu cellulaire; avant les médullocelles et les capillaires; avant que des alvéoles diploïques ou médullaires soient délimités ou circonscrits. Ici on ne peut songer à les faire provenir des médullocelles qui n'existent pas encore. On ne voit aucune modification des *ostéoblastes* libres ou déjà inclus dans une cavité radiée de l'os, qui permette de penser à leur transformation en myéloplaxes; et de même pour ce qui concerne les noyaux et les cellules du tissu cellulaire ambiant.

Dans d'autres conduits les myéloplaxes se montrent mélangées aux médullocelles, non en même temps qu'apparaissent celles-ci, mais à plusieurs millimètres plus avant dans l'os; elles sont régulières ou non, grandes et petites, unies et multinucléées, appliquées ou non directement contre l'os à la face interne des conduits ou alvéoles. Mais sous ces divers rapports, sous celui du nombre même, elle ne diffèrent pas ici, où les alvéoles vont en s'agrandissant de ce qu'on voit sur les os de la voûte crânienne et dans les maxillaires, où au contraire les alvéoles vont en diminuant de grandeur, à mesure que l'embryon avance en âge.

La plupart de myéloplaxes sont directement appliquées contre l'os tenant, au niveau où elles sont, les médullocelles écartées les unes des autres. On en trouve pourtant dans le milieu des alvéoles ou conduits (fig. 5, *my*) contre les vaisseaux même par fois. Elles sont isolées pour la plupart, mais par place, surtout ici dans le *bois* des ruminants, ou en trouve 3 ou 4 qui sont contiguës, juxtaposées contre l'os; parfois même on en voit un plus grand nombre former une rangée unique sur une longueur de $0^{mm},1$ ou environ; ou qui à elles seules comblent plus ou moins des petites cavités ou diverticules des cavités médullaires. Isolées ou non contre l'os beaucoup ont leurs angles ou une portion variable de leur étendue enclavée dans une dépression ou irrégularité de la substance osseuse qu'elles comblent, sans pourtant être englobées totalement par celles-ci. On peut dire d'une manière générale que les myéloplaxes sont abondantes dans la moelle des canaux du *bois* des ruminants; qu'elle vont en diminuant de quantité en approchant de la *meule* et qu'il y en a moins encore dans la moelle du diploé frontal que là.

Tous ces faits semblent au premier abord justifier l'hypothèse d'après laquelle les myéloplaxes seraient des *ostéoclastes*, c'est-à-dire des cellules chargées de résorber l'os déjà formé pour en agrandir les conduits et cavités. Mais leur nombre reste trop grand dans les cavités des os plats ou longs, des os spongieux surtout, du squelette proprement dit, cavités qui vont se retrécissant avec l'âge, pour qu'on puisse admettre ce fait comme probable. Les petites cavités ou diverticules des alvéoles, remplis uniquement aussi par des médullocelles accumulés ne sont pas rares non plus.

D'autre part sur le très grand nombre des myéloplaxes, petites et grandes que l'on voit moulées en quelque sorte sur la substance osseuse même, limitant les conduits, on n'en trouve jamais qui soient en continuité avec le contenu des *ostéoplastes*, qui se prolongent dans une ou plusieurs cavités caractéristiques de l'os ouvertes là.

Même remarque pour les médullocelles. Aussi rien ne vient appuyer l'hypothèse des auteurs qui pensent que ces éléments résultent d'une transformation des ostéoblastes primitifs (voy. Tourneux. *Du développement du tissu osseux*. *Bulletin Scientifique du Nord*, 1881, n°s 8 et 9, p. 8).

Notons en outre que les myéloplaxes à un ou plusieurs noyaux, se teintent en rouge orangé au contact du picro-carmin et non de la teinte propre de cet agent, comme le font au contraire les *ostéoblastes* voisins et aussi les médullocelles.

Nulle part ici, ni sur l'axe osseux des cornes persistantes, on ne peut voir le *tissu médullaire jeune* provenir de modifications subies par le *tissu ostéogène (préosseux)* comme le dit M. Julin pour le cas des maxillaires *(Sur l'ossif. du max. inférieur. Archives de Biologie*, Bruxelles, 1880, in-8°, t. I, p. 57). Pas plus que dans tout autre cas quelconque d'ostéogénèse sans cartilage préexistant, on ne peut dire inversement que *les ostéoblastes se forment aux dépens du tissu médullaire jeune*, puisque dans tous ces cas-là les *ostéoblastes* existent manifestement longtemps avant les *médullocelles*.

Nous avons déjà dit qu'on ne saisit d'autre part aucun fait permettant de croire que c'est par métamorphoses des cellules du tissu cellulaire ou cellules *fibro-plastiques* que se forment les *ostéoblastes*.

Inutile de dire que rien ici, pas plus que dans le cas de la génération, ou si l'on veut la régénération de l'os dont résulte le cal après les fractures, rien disons-nous, ne justifie les hypothèses admises par quelques micrographes sur l'ossification naturelle, dite du *type physiologique*, tant fœtale qu'après les ruptures.

Sur l'apophyse frontale des cervidés, ce n'est aucunement un *tissu embryonnaire indifférent*, qui se produit d'abord. D'autre part, sur l'embryon humain et sur les fractures, le *tissu cellulaire* qui se montre avant l'os n'est *indifférent* sous aucun sens du mot et de plus ne ressemble à celui d'aucun des trois feuillets blasto-dermiques de l'embryon ; enfin il n'est *embryonnaire* alors que pour lui-même, c'est-à-dire par rapport aux phases évolutives qu'il présentera plus tard, l'état fribillaire, etc. Rien de plus certain aussi qu'il ne se transforme pas en cartilage, en tissu donnant de la *chondrine*. Cela est particulièrement évident sur les cervidés, chez lesquels il n'y a jamais de cartilage lors de la régénération du *bois*, contrairement à ce qui a lieu durant la formation du *cal* des autres os squelettiques.

Il sera même intéressant pour les chirurgiens, sous ce rapport, de comparer le mode d'après lequel a lieu la cicatrisation des os sans cartilage préexistant (mâchoires, etc.), comparativement à ceux qui sont précédés d'un cartilage de même forme.

Rien non plus dans ce qui précède, ne montre une *prolifération des cellules du cartilage* ni la *formation de capsules secondaires*, s'ouvrant les unes dans les autres, ni une incrustation et une ossification gagnant une prétendue *moelle périostique*, qui n'existe pas plus sous le périoste des os de la tête que sous celui des autres os.

§ 7. — De l'union de l'os caduc à l'os permanent de l'apophyse frontale.

Lorsqu'on vient à comparer le *bois* nouveau à l'os ancien, celui de l'apophyse frontale, au niveau même de leur jonction, il est facile de constater les faits suivants :

Un peu au-dessous de la *meule* le *bois* empiète de 4 à 8 mil-

limètres sur le sommet du cylindre ou apophyse frontal, comme le ferait le bout du doigt enfoncé dans un cylindre mou de même volume. Le *bois* est comme reçu dans une capsule de 5 à 6 millimètres environ de profondeur, selon l'espèce et l'âge des animaux.

Le plan courbe de la section indiquant le fond de cette capsule indique le niveau où aura lieu la séparation ou rupture entre l'apophyse frontale et le *bois*, lors de la chute de ce dernier. On sait que pourtant lorsque la peau et le périoste sont détachés du *bois*, tant que celui-ci n'est pas tombé, la peau, pourvue de poils, persiste sur la totalité de l'apophyse frontale, jusqu'à la limite inférieure de la meule totalement dénudée; si bien qu'au moment même de la chute du *bois*, deux millimètres au moins de la peau frontale vasculaire et pileuse, doivent rester, dépassant la surface de fracture.

La section, en deux de ses parties, par un trait de scie, montre à ce niveau une ligne au-dessus de laquelle le tissu du *bois* est moins serré et plus rouge qu'il ne le sera vers l'époque de la caducité. Vers le milieu surtout, il est plus alvéolaire et plus rouge que la portion qui est au-dessous. Ici l'aspect ordinaire de l'os frais, jaunâtre, assez homogène, fait reconnaître aisément où se termine le tissu de l'apophyse frontale.

Inversement à ce qui qui précède, lorsque la peau et le périoste sont détachés du *bois* on constate, que son tissu est devenu *compacte*, homogène, ayant presque l'aspect du tissu diaphysaire des os longs desséchés et cela sur toute l'épaisseur de la meule. Cet état compacte s'étend de 4 à 8 millimètres au-dessous de la meule, du côté de l'apophyse frontale, plus vers le milieu que vers la surface périostique même de l'apophyse frontale recouverte encore par la peau vasculaire et poilue comme il a été dit (p. 212).

Le tissu osseux est ainsi jaune et compacte au niveau de la meule, un peu au-dessus d'elle et au-dessous particulièrement sous forme de saillie bombée enclavée dans une cupule correspondante de l'apophyse frontale. Cette portion compacte mortifiée et jaune alors tranche sur l'état très finement aréolaire ou diploïque du tissu de l'apophyse frontale, qui de plus est nettement rosé à l'état frais.

Ces différences de couleur se montrent brusquement de chaque

côté d'une ligne courbe, regulière, sans épaisseur sur les coupes de ces organes, au niveau de leur continuité persistante; il en est ainsi malgré la mortification ou nécrose absolue de l'un et la vascularité normale de l'autre, différences d'aspect si prononcées, si frappantes, que sans cette continuité facile à voir ils sembleraient simplement emboîtés l'un dans l'autre.

Au-dessus du niveau de la meule le tissu du *bois* montre au contraire l'aspect ordinaire qu'on lui connaît, mais que le tissu médullo-vasculaire mortifié rend plus ou moins gris ou brunâtre. Ces particularités sont du reste plus prononcées vers le milieu que vers la circonférence du du *bois*. On saisit très nettement ici la manière dont la caducité du *bois* à lieu par rupture proprement dite, conséquence facile de la nécrose du premier, arrivée par atrophie puis mortification de ses vaisseaux.

Le *bois*, composé uniquement de *tissu diploïque* ou *spongieux* qui est ici externe et sous périostique) et seul caduc. L'apophyse frontale qui est formée en outre par du *tissu compacte* (table externe) ne tombe pas.

Sous le microscope les deux substances, celle de l'os nouveau et de l'ancien, sont en continuité de matière, sans différences saisissables quant au nombre, à l'écartement et aux dispositions des ostéoplastes. Mais il en est d'autres que nous allons signaler, sans parler de de la présence de la couche hyaline à la face interne de la paroi des alvéoles du *bois*, qui cesse d'exister contre celle des alvéoles de l'apophyse frontale, au niveau même de cette jonction.

Au niveau même de la continuité, sur les coupes minces de l'os non coloré, à l'œil nu parfois et mieux à la loupe et sous le microscope, on voit brusquement la substance fontamentale de l'os se montrer plus translucide; et cela sur une hauteur de quelques centièmes de millimètres à 1, 2, ou 3 dixièmes de millimètres suivant les individus. De là une étroite bande claire entre l'os qui tant au-dessus qu'au dessous est moins transparent, ce dernier surtout. Cette disposition est plus tranchée sur les bois déjà dépouillés de leurs téguments, prochainement caducs, que sur les autres. (Daim, chevreuil.)

En outre au niveau même de cette continuité de substance les trabécules ou mieux lamelles du *bois*, se trouvent à peu près toutes inclinées brusquement par rapport à celles de l'apophyse

frontale sous un angle de 20° à 30°. De plus elles sont larges de 1 dixième de millimètre pour la plupart, c'est-à-dire de moitié moins larges que celles de l'apophyse frontale avec la substance desquelles elles sont en continuité. En outre enfin elles limitent des mailles ou coupes des alvéoles d'une largeur un peu supérieure à l'épaisseur des cloisons osseuses limitantes. Ces alvéoles sont arrondis ou ovalaires plus ou moins longs, d'une longueur peu supérieure à leur largeur, formant en un mot dans leur ensemble un réseau d'aspect serré, surtout vers la surface même du bois. Dès qu'on arrive à l'apophyse frontale au contraire les cloisons osseuses plus épaisses limitent des alvéoles fibro-médullaires sinon plus larges, du moins notablement plus longs.

Il faut noter toutefois dans les chevreuils lorsque pour la première fois se montre une *dague* pourvue d'une *meule*, ces cloisons peuvent être près de moitié plus minces que dans l'apophyse frontale des vieux individus. De plus les alvéoles qu'elles limitent sont aussi un peu plus larges. Sur les jeunes comme sur les vieux du reste ces alvéoles sont plus étroits et les cloisons plus épaisses à la périphérie de l'apophyse qu'au centre.

Ce qui frappe encore c'est que les cloisons parallèles, plus épaisses, limitant des alvéoles du diploë frontal sont parcourues par d'assez nombreux et très fins conduits, larges de 1 à 3 centièmes de millimètres, plus ou moins ramifiés et anastomosés sous des angles divers. Les coupes, transversales surtout, montrent nettement que ce sont là des canaux de Havers avec leur système de minces couches concentriques et qu'ils manquent complètement dans les cloisons de l'os caduc.

On voit également d'une manière nette que ces fins conduits ne sont parcourus que par un capillaire et que les médullocelles et autres éléments de la moelle des alvéoles s'arrêtent au niveau de l'abouchement des premiers dans ces cavités, ou ne s'avancent que fort peu dans la portion évasée de quelques-uns de ces abouchements.

On voit nettement aussi sur les conduits et les alvéoles qui s'ouvrent à la surface de ces os, que les couches des cellules de la moelle, cessent d'exister en arrivant à cette surface même, sans se prolonger sous le périoste; que le tissu cellulaire et les vaisseaux des alvéoles se continuent seuls avec ceux du périoste.

En résumé on voit ici à un même niveau sous le microscope la continuité de substance des lamelles relativement épaisses limitant les alvéoles frontaux, avec celles plus minces de la *corne*. En même temps et par suite les alvéoles sont plus étroits que dans le *bois*, et contiennent moins de myéloplaxes, ou même en manquent. Ce qui frappe de plus c'est la cessation au niveau de la continuité de substance sus-indiquée de la couche hyaline devenue dure (p. 236), sans ostéoplastes; c'est encore l'absence de conduits de Havers d'un côté, leur présence de l'autre, en même temps que les alvéoles plus étroits dans l'os apophysaire y sont anguleux. Enfin sur l'os décalcifié la coloration par le carmin est plus nettement prononcée sur le *bois* que sur l'apophyse. De plus elle est ici d'un jaune orange pâle caractéristique dès le niveau où sa substance est en continuité avec celle de l'os nouveau; fait très net dans quelque sens que soient pratiquées les coupes et davantage au bout de quelque jours qu'immédiatement. Dans le tissu spongieux ou diploïque de l'apophyse frontale et dans le bois il n'existe aucun conduit vasculaire un peu volumineux; aucun conduit dépassant le diamètre des alvéoles même du tissu de ces organes; alvéoles larges de 1 à 2 dixièmes millimètre.

Au-dessus de la *meule*, plus ou moins haut suivant les espèces et les individus, on trouve de 1 à 5 conduits vasculaires distincts vers le milieu du *bois*, qu'ils suivent dans toute sa longueur. Ils manquent du reste dans la *dague*. Ils ont depuis un quart de millmètre, jusqu'à 1 ou 2 millimètres environ dans les grands individus. Ils sont toujours plus petits et moins nombreux, comme on le voit, que les branches artérielles et veineuses frontales qui appliquées contre l'apophyse, le pourtour de la *meule* puis celui du *bois* laissent leur trace à la surface de celui-ci, sous forme de sillons plus ou moins marqués.

Le microscope fait constater aussi que le périoste, dès qu'on arrive à l'apophyse frontale (*table externe*), est plus mince que sur le tissu du *bois* (*tissu spongieux*). Il est formé de faisceaux de tissu cellulaire plus fibrillaires, contenant moins de noyaux, c'est-à-dire moins de cellules fibro-plastiques, ou en voie de donner naissance à des fibres, que le périoste caduc, qui se mortifie ou nécrose avant la chute du bois.

Du reste intérieurement la moelle avec ses cellules et son tissu

cellulaire, sans fibres élastiques, entourant les vaisseaux se continue sans interruption des alvéoles du frontal dans ceux du bois. Seulement il y a généralement un peu plus de tissu cellulaire et un peu moins de myéloplaxes dans la moelle frontale que dans l'autre. En outre, il y a un certain nombre des alvéoles du diploë ou tissu spongieux de l'apophyse frontale qui contiennent quelques vésicules adipeuses avec les autres éléments sus-indiqués de la moelle, ou qui plus ordinairement même sont remplis par des vésicules adipeuses seulement, avec quelques capillaires, sans médullocelles ni myéloplaxes.

Enfin sur quelques préparations on voit des artérioles ou des veinules ayant jusqu'à un quart de millimètre ou environ qui passent sans interruption de l'apophyse frontale dans le *bois;* vers le centre de ces organes plus particulièrement.

Il est à noter que l'os du *bois* des ruminants lors de l'amincissement sur la pierre, les perlures et la meule surtout, résistent plus à l'usure que l'apophyse frontale et que les os humains; fait qui se rapporte au genre de dureté particulière bien connue sur le bois de cerf et autres employés dans les arts. Dans l'eau il se ramollit, comme le tissu spongieux des autres os et résiste à l'usure.

La dureté et l'état aréolaire de l'os de la *meule* et des *perlures*, plus fin et plus serré ici qu'ailleurs, mais sans *table externe* compacte, tient à ce que les lamelles limitant les alvéoles, bien que plus minces qu'ailleurs, pour quelques-unes du moins, entourent des alvéoles médullaires notablement plus étroits (d'une largeur de $0^{mm},02$ seulement assez souvent) et moins longs. En même temps les lames limitantes et les cavités sont flexueuses et contournées ou tortueuses de la manière la plus curieuse. De là des dispositions variées dont la description comparative serait trop longue et peu utile.

Là comme ailleurs le périoste jaunâtre, reste immédiatement appliqué contre l'os et bien distinct du tissu cellulaire ambiant. De plus dans les perlures et dans les *pierrures* de la périphérie de la meule, l'absence de la table externe qui est sur l'apophyse frontale fait que sur une profondeur ou épaisseur qui peut dépasser 3 millimètres, ce sont des prolongements du périoste, mais sans fibres élastiques, qui remplissent les alvéoles précédents. Ils touchent directement la face interne de ceux-ci et ce

n'est que plus profondément, ainsi qu'au-dessus et au-dessous que se montre entre l'os et le tissu fibro-vasculaire une couche unique de médullocelles serrées les unes contre les autres et entre l'os et ce tissu.

Sur le Renne l'apophyse frontale est courte, un centimètre ou un peu plus, à table externe épaisse et formée d'os compacte. Le diploë à alvéoles séparés par d'épaisses lamelles s'étend en saillie arrondie, comme le bout du doigt jusqu'au niveau de sa jonction au bois, qui le coiffe en quelque sorte, inversement à ce qui a été noté (p. 243) pour le Chevreuil. L'apophyse frontale est aussi sur le bord postérieur de l'os et en arrière elle engrène les dentelures de sa base avec celles du bord antérieur du pariétal. Sa face externe (*tissu compacte*) est marquée en long de sillons vasculaires, atteignant une meule plus ou moins développée, après un trajet de 1 centimètre ou plus.

La surface du *bois* est lisse, rendue brune par la matière colorante du sang, qu'on retrouve dans les vaisseaux de ses fins conduits osseux. Malgré la dureté de ce *bois* et son aspect analogue à celui du tissu compacte d'une diaphyse, un peu moins serré vers le centre même de l'organe, où les conduits atteignent à peine un dixième de millimètre, la disposition de ses conduits médullo-vasculaires est au fond la même que sur les autres cervidés. Seulement les plus fins de ces canaux sont de beaucoup les plus nombreux, avec lames osseuses interposées plus épaisses. En outre la couche hyaline qui tapisse celles-ci et disparaît à la jonction avec l'apophyse frontale est plus mince de moitié ou environ. Malgré la dureté aussi de ce bois, ces fins conduits vasculaires manquent des couches concentriques ou de Havers, qui existent dans l'apophyse frontale, etc.

La comparaison de ce tissu à celui de l'apophyse frontale montre bien vite que les apparences et tiennent uniquement ici à la direction en série çà et là des *ostéoplastes*, minces, allongés, etc., et qu'il n'y a pas là de table externe.

C'est à des particularités de même ordre que le tissu des dentelures des parties élargies du bois d'élan doit aussi une certaine ressemblance extérieure avec le tissu de la diaphyse des os longs. Il en est de même pour le sommet de la toute première *dague* ou *pivot* encore sans *meule* des jeunes chevreuils, comparativement à sa partie inférieure et au *bois* plus poreux ou

alvéolé des chevreuils de deux ou plusieurs années (décrit p. 245). Partout du reste la partie nécrosée et dont la peau est tombée montre sa substance osseuse fondamentale plus transparente sur les coupes minces, que celle de la partie non nécrosée. C'est aussi à cette finesse des conduits purement vasculaires et à l'épaisseur de l'os qui les sépare, comparativement à la portion centrale de l'organe, que la périphérie épaisse du *bois* de cerf doit sa dureté. Nous aurons du reste à revenir sur ces dispositions.

§ 8. — **Homologies descriptives et de structure entre les** *cornes* **caduques et l'axe osseux des cornes épidermiques.**

Les faits suivants sont communs au chevreuil, au daim, etc., et à l'axe osseux des ruminants à cornes épidermiques, savoir :

1° L'existence, la constitution et les dispositions structurales de la substance préosseuse et de ses ostéoblastes ; toutefois sur les ruminants à cornes persistantes en voie de croissance, sur le veau en particulier, son épaisseur la plus grande varie seulement entre 1 et 3 millimètres environ ;

2° L'épaisseur et les dispositions plus ou moins tortueuses et bosselées des cloisons limitant les alvéoles médullaires, ainsi que les dimensions et conformations de ces alvéoles, donnant sur les uns et les autres de ces ruminants au tissu spongieux et sous-périostique de ces épiphyses leur aspect spécial ;

3° L'absence de canalicules vasculaires dans les cloisons interalvéolaires, comme dans le *bois* de cerf, et dans les points où ces cloisons sont assez épaisses pour être parcourues par eux, le manque de couches concentriques dites de Havers, autour d'eux, comme sur les os du squelette avant la naissance ;

4° L'existence de la couche hyaline (p. 236), mais de moitié plus mince environ, et manquant par places, à la surface des lames limitant les alvéoles, couche sans substance élastique, séparant la moelle du tissu osseux particulièrement, dans tout ce qui de l'axe de la corne n'est pas encore envahi par les sinus frontaux ;

5° L'absence sur l'axe osseux des cornes épidermiques, comme sur les *bois* caducs, qui sont seulement diploïques ou spongieux, de part et d'autre, de la table de *tissu compacte* existant sur l'apophyse frontale, etc., d'où le contact direct de ce *tissu spon-*

gieux avec un périoste plus mou et plus épais que le péricrâne;

6° Les formes polyédriques anguleuses des médullocelles, avant leur gonflement cadavérique, et leurs dispositions sur une ou deux couches à la surface interne des lamelles précédentes;

7° La structure intime de la moelle centrale fibro-vasculaire des alvéoles, sans vésicules adipeuses tant que la corne n'est pas produite, avec toutefois plus de tissu cellulaire riche en cellules fibro-plastiques, sans fibres élastiques, à fibres entre-croisées, interposé aux médullocelles et aux capillaires de l'axe ou centre des alvéoles;

8° L'aspect jaunâtre sous le microscope, blanc-nacré à l'œil nu, du périoste;

9° L'aspect général du tissu osseux profond et des sillons vasculaires longitudinaux de la surface de l'*axe osseux*, et du *bois* s'il en porte, comme sur le chevreuil parfois; toutes particularités qui font de cet *axe* l'homologue de la *dague* et de la *perche* ou *merrain* du *bois* ou *corne* caduque;

10° L'état lisse, tel que celui de la table externe du frontal de l'*apophyse frontale* que surmonte l'*axe osseux* des uns, le *bois* des autres; apophyse dite *couronne, pédoncule* ou *support*; apophyse pleine sur les cerfs, etc., creuse par continuité avec les sinus frontaux sur les moutons, etc.; sinus limité par de l'os pourvu de canaux de Havers à couches concentriques (*tissu compacte,* par conséquent) aussi loin que s'avancent ces sinus, alors que ce qui est os homologue du *bois* (*tissu spongieux*) en manque;

11° Généralement enfin l'axe osseux des cornes épidermiques offre un épaississement de sa base débordant un peu sur l'apophyse frontale d'une manière plus ou moins analogue à ce que fait la *meule* du *bois* de chevreuil, etc.

Seulement quand l'axe osseux des cornes persistantes est envahi par un prolongement des sinus frontaux une couche de tissu compacte, plus ou moins perforé, pourvu de couches concentriques de Havers comme dans le frontal limite le sinus. L'axe osseux creux offre du tissu ainsi formé à sa partie interne sur une faible épaisseur et sa partie extérieure reste composée de *tissu spongieux* sous-périostique. Avec l'âge la cavité du sinus s'étend même vers le sommet de l'axe plus loin que cet os compacte qui la limitait en totalité d'abord, pour n'être au

delà circonscrite que par le tissu alvéolaire sans conduits de Havers (3° et 4°).

A ces conclusions, ajoutons encore les détails suivants :

L'axe osseux s'amincit régulièrement en cône à partir de l'apophyse frontale jusqu'au sommet, sans que le relief sus-indiqué forme une couronne tuberculeuse débordant sur le *bois*, tant au dessus qu'au dessous comme pour la *meule* des cervidés.

L'os de cet axe tranche sur la surface lisse de l'apophyse frontale par son état comme finement rapeux ou spongieux, dû aux myriades de fins orifices vasculaires qui s'ouvrent obliquement à sa surface. Ils sont larges de 1 à 2 dixièmes de millimètre, distants l'un de l'autre dans ces mêmes limites et donnent à cette surface un aspect finement poreux ou comme grossièrement velouté, à déchirure filamenteuse.

Cet état poreux, finement criblé, rend ce tissu relativement mou, dépressible dans une épaisseur de quelques dixièmes à 1 ou 2 millimètres à la surface de l'axe osseux, selon le volume de celui-ci. Puis d'une manière nette, à compter de cette épaisseur, ces fins alvéoles ou conduits sous-périostiques, se montrent plus larges à mesure qu'on gagne vers le centre et les alvéoles sont de dimensions plus inégales, séparés par des cloisons un peu plus épaisses et plus résistantes. Ces fins alvéoles superficiels disparaissent près de la jonction de l'axe osseux à l'apophyse frontale sur laquelle ils manquent.

Cet état sur les grands bœufs, donne à cette surface un aspect comme grossièrement velouté et à déchirure filamenteuse vers le sommet de l'os sec. Quand il n'existe que sur une faible épaisseur (mouton, etc.), sa surface relativement lisse est seulement sillonnée de canaux et d'orifices vasculaires, ouverts du côté du sommet de l'axe, où ils sont nombreux.

La disposition des alvéoles médullo-vasculaires intérieurs de l'axe, coupés soit en long, soit en travers, ne diffère pas de type et souvent même de grandeur de ce qu'on observe à la partie centrale des bois de cerf, de daim, de chevreuil, etc. Il en est ainsi à la surface seulement de l'axe, dans l'épaisseur sus-indiquée, au niveau du prolongement des sinus ; il en est ainsi dans toute son épaisseur pour la portion pleine qui dépasse les sinus et forme le sommet de l'axe.

Dans celui-ci toutefois en général les alvéoles sont un peu

plus grands, limités par des cloisons sensiblement plus épaisses et plus rectilignes que dans les *bois* ; en outre ces alvéoles contiennent des vésicules adipeuses qui manquent dans la moelle fibro-vasculaire du *bois* des cervidés (p. 246-247).

En somme sur le bœuf, etc., comme sur le chevreuil, le daim et autre cervidés, on voit l'apophyse frontale résulter de ce que les lames limitant les alvéoles diploïques plus longs que haut, parallèlement aux surfaces du frontal se relèvent en quelque sorte, par rapport à ces surfaces. Le grand diamètre de ces alvéoles prend par suite la même direction que la table externe. Les cloisons osseuses qui les limitent sont plus ou moins épaisses d'une espèce (bœuf, mouton, etc.), et d'un âge à l'autre des individus observés ; même remarque par rapport aux dimensions des alvéoles et à la quantité des vésicules adipeuses de leur moelle. Puis en arrivant de l'apophyse frontale, soit au *bois*, soit à l'axe osseux du bœuf surtout, etc., les lames osseuses *diploïques* qui les constituent seules, deviennent plus minces elles-mêmes (plus ou moins d'une individu à l'autre), circonscrivant des alvéoles souvent étroits spécialement vers la surface périostique de l'organe comme nous l'avons dit.

Ces changements dans les dimensions, sont surtout sensibles sur la *meule* et les *perlures* et *pierrures* des cervidés. Cela est en particulier frappant sur les dentelures du *bois* d'élan, vers le sommet de la toute première *dague* des jeune chevreuils et cerfs, sur les *bois* de daim et de renne, de cerf, sa portion centrale exceptée.

Dans cette portion centrale des andouillers, les alvéoles polyédriques ont au moins 3 à 4 dixièmes de millimètre, avec ou sans conduits vasculaires longitudinaux cylindriques (p. 237), limités par des cloisons dont l'épaisseur peut descendre à $0^{mm},06$. En se portant vers l'extérieur compacte du *bois* de cerf, de renne, etc., on voit les alvéoles médullo-vasculaires devenir graduellement vasculaires seulement et beaucoup n'ont plus qu'une largeur de $0^{mm},01$. Les plus rapprochés sont séparés par une épaisseur d'os qui est de $0^{mm},12$ en moyenne. Chaque conduit occupe le centre, l'axe d'un cylindre osseux, lequel pour chacun de ceux-ci a la moitié de cette épaisseur.

Ainsi la dureté périphérique des *bois* résulte de ce que la substance osseuse a pris la place occupée ailleurs par la moelle (p. 239) et constitue un cylindre osseux épais, rempli

exclusivement par chaque capillaire, sans moelle proprement dite autour. Sur les coupes transversales ces cylindres se montrent contigus d'une manière immédiate par leurs faces externes et réciproquement comprimés. Une étroite bande claire ou une ligne un peu plus foncée indique les plans de contact réciproque des cylindres, et ils s'écartent, se séparent ici l'un de l'autre sur les coupes trop minces. Parfois des canalicules radiés d'un ostéoplaste traversent ce plan de contact pour s'anastomoser avec ceux d'un autre cylindre ; le plus souvent les canalicules des ostéoplastes voisins de ce plan se recourbent du côté de leur point de départ.

Quant aux ostéoplastes même de ces cylindres ils sont disposés en cercles autour de l'axe creux que remplit le capillaire, mais sans couches de Havers proprement dites, comme la comparaison à des os qui en ont le montre aisément.

Nous avons dit déjà que si n'était chez le cerf, etc., la netteté moindre dans les plans de séparation et de contact, à la fois, des cylindres dont les capillaires occupent le centre, un peu plus de finesse de ceux-ci, un nombre plus grand d'anastomoses entre eux, transversales et flexueuses, en n'examinant que la portion dure de leur *bois*, on pourrait la prendre pour du tissu compacte d'un os long.

La substance osseuse forme ainsi un cylindre à une seule et épaisse couche autour de chaque capillaire, quelque soit sa direction et celle de ses subdivisions. Plus encore que dans les os longs du squelette on constate que les limites de ces cylindres, ou plans de contact avec leurs semblables sont bien moins distinctes dans le sens de leur longueur que sur les coupes transversales. La disposition des ostéoplastes en séries, les uns à la suite des autres, dans le sens de leur plus grand diamètre rappelle seul l'aspect de couches concentriques donné à la substance osseuse sur les coupes en travers par les ostéoplastes concentriquement placés sur un même cercle à rayon d'autant plus court qu'il est plus voisin du capillaire formant axe.

En suivant ces dispositions, remarquables et très variées d'une espèce à l'autre, de la partie centrale vers la périphérie du *bois*, on voit la couche mince hyaline (p. 233) diminuer graduellement d'épaisseur avec la largeur des alvéoles. Elle disparaît même tout à fait, sur le cerf et le daim, plutôt que sur le renne,

lorsqu'on arrive aux conduits des capillaires larges seulement de $0^{mm},01$ à $0^{mm},02$. On peut voir ici les canalicules radiés s'ouvrant alors dans cet étroit canal de l'axe des cylindres osseux.

Notons actuellement que la table externe et l'interne du frontal et des autres os de la voûte crânienne n'ont pas seulement une mince couche compacte superficielle; mais de plus celle-ci est elle-même recouverte ou dépassée par une couche sans ostéoplastes, dure et vitrée, homogène, hyaline, épaisse de un à plusieurs centièmes de millimètre, analogue à celle qui recouvre par places les surfaces osseuses sous le périoste de l'os régénéré formant le *cal*. Or la mince table osseuse compacte limitant les surfaces périostiques et suturales ci-dessus et cette mince pellicule vitrée, s'étendent sur l'apophyse frontale plus ou moins près de la *meule* sur les cervidés, ou du point où sera cette dernière quand c'est la *dague* qu'on a sous les yeux; mais plus près de la base de l'apophyse quand celle-ci est sillonnée de fins conduits vasculaires comme sur le chevreuil, que lorsqu'elle reste lisse comme sur le bœuf, le renne, etc. La lame ou table compacte ne se retrouve naturellement plus sur les *bois*, même lorsqu'ils sont lisses, comme celui du renne, ni sur le tissu spongieux et *criblé* de l'axe des cornes épidermiques.

Il faut signaler que les dispositions tortueuses, contournées avec ou sans bosselures que présentent les cloisons alvéolaires sur les coupes transversales tant de l'*axe osseux,* que des *bois* tiennent à ce que, plus ou moins rectilignes dans le sens de la longueur de l'organe, en même temps que plus ou moins minces, elles sont plus ou moins ondulées ou plissées en manchette, dans le sens transversal. De là les directions tortueuses des trabécules que simulent leurs coupes en travers, et du contour des mailles qu'elles limitent et qui ne sont que la section transversale des alvéoles ou conduits fibro-médullaires.

Toutes ces dispositions encore une fois présentent des variétés sans nombre selon les cas indiqués (p. 302, etc.). Cet état ondulé des lamelles osseuses inter-alvéolaires qui existe dès la jonction du *bois* à l'apophyse frontale des cervidés ne se trouve que plus ou moins haut dans l'axe osseux du bœuf, du mouton, etc., excepté toutefois tout à fait à la surface poreuse ou *diploïque* sous-périostée.

Sur ces derniers animaux, bœufs, moutons, etc., l'état com-

pacte du tissu de l'apophyse frontale se retrouve plus ou moins haut, dans la paroi de la cavité interne de l'axe osseux et dans ses cloisons limitant les prolongements des sinus frontaux. Cette couche ou table compacte interne sépare de la cavité des sinus l'extrémité terminale de l'axe osseux, composée de tissu aréolaire diploïque au spongieux bien distinct, l'homologue proprement dit du tissu caduc du *bois* des cervidés et sous périostique comme lui.

Une grande épaisseur des lamelles planes, ou du moins sans ondulations, limitant des alvéoles plus étroits cause cet état compacte. Dans les gros ruminants vers la base de l'axe ou cheville on voit de ces cloisons qui sont épaisses de près d'un millimètre, parcourues par de fins conduits vasculaires dont beaucoup descendent à une épaisseur de $0^{mm},02$.

La partie pleine de l'axe osseux qui s'avance au delà des sinus, est d'autant plus longue que l'animal est plus jeune. Sur le mouton, par exemple, cette partie pleine, *diploïque*, etc., est déjà longue de 8 à 9 centimètres, alors que les sinus frontaux ne pénètrent que de un à deux centimètres dans sa base et lorsqu'il s'y avancent de 4 à 5 centimètres la partie pleine n'a plus qu'une longueur égale à celle-ci ou environ. Durant l'extension des sinus frontaux il y a donc résorption du tissu propre de l'axe ; en même temps qu'elle a lieu, de l'os semblable à celui qui limite les sinus, bien que pourvu de plus d'orifices nourriciers, remplace cet os *spongieux* aréolaire.

On sait que c'est à l'état de prolongements, plus ou moins cylindroïdes terminés chacun en cul-de-sac unique, double, triple ou quadruple à des hauteurs différentes le long de la face interne de l'axe osseux de la corne, qu'a lieu cette extension des sinus. Un, deux ou trois de ces prolongements creux dont la portion la plus étroite est vers le milieu de l'apophyse frontale, à peu près au niveau de son sommet s'élargissent au-dessus, pour constituer la cavité principale de la columelle et se terminer plus ou moins loin de son sommet.

Nous avons déjà dit que dans le tissu diploïque de l'axe osseux et dans celui-là même parfois aussi, qui limite le sommet de ses sinus, les lamelles minces ne sont en général pas traversées par des canaux vasculaires, ou bien sur celles qui çà et là en montrent de plus ou moins fins, il n'y a pas les couches

osseuses concentriques des canaux de Havers ; ils n'existent que dans la couche osseuse, épaisse d'un demi-millimètre ou environ tapissée par la muqueuse des sinus et ne se voient plus dans les cloisons des alvéoles quand on avance vers la surface périostique.

Souvent il y a là des rangées d'ostéoplastes, qui sont disposés concentriquement aux conduits médullo-vasculaires et parallèlement à leur longueur, mais sans les lignes concentriques, etc., indiquant la coupe des plans de contact de couches concentriques, *autour des canaux de Havers* qui existent dans l'apophyse frontale et dans les autres os (signalons en passant le petit nombre de ces conduits dans le frontal et le pariétal du chevreuil).

Les larges canaux vasculaires ou nourriciers rendent ici la partie inférieure de l'axe osseux plus perforée dans son ensemble que l'apophyse frontale, bien que l'os, occupant leurs intervalles ne soit pas plus alvéolé que dans celle-ci.

Mais à mesure qu'on suit ces conduits à la fois vers la surface sous-périostique et vers le haut de l'axe osseux leurs subdivisions se multiplient, les alvéoles médullo-vasculaires qu'ils forment deviennent plus petits et séparés comme nous l'avons dit, par des cloisons plus minces, plus ou moins ondulées elles-mêmes ; elle le sont pourtant à un moindre degré que dans le bois de chevreuil, etc., et restent un peu plus épaisses. Ce fait coïncide avec cette particularité que les alvéoles ainsi limités sont un peu plus larges. Toutefois à la surface sous-périostique peu résistante, sur une épaisseur de quelques dixièmes de millimètre à un oudeux millimètres, selon le volume de l'animal, cette différence est peu marquée. De là résulte la constitution indiquée plus haut (p. 245 et 249).

Inversement, en allant de la surface périostique à la face interne tapissée par la pituitaire des sinus, l'épaisseur de l'os entre les alvéoles et conduits vasculaires va en augmentant, sans dépasser 2 à 4 dixièmes de millimètre et sans qu'il y ait là de lame ou table interne compacte. Cette lame compacte mince existe pourtant sur une épaisseur d'un demi-millimètre ou environ à la face interne de la portion de sinus qui traverse l'apophyse frontale et plus ou moins loin au-dessus (voy. p. 254). Les cloisons qui subdivisent ce sinus ont une constitution qui est la même que celle de la paroi de l'axe au niveau qu'elles occupent, c'est-

à-dire avec ou sans conduits de Havers (p. 255) proprement dits. Cette face interne compacte est en outre pourvue ou non de couches concentriques minces, parallèles à la surface du sinus, telles que celles des tables externe et interne du frontal et traversée çà et là de fins conduits capillaires gagnant la surface périostique. Nous avons déjà dit que passé cette couche relativement compacte, en dehors d'elle les cloisons alvéolaires de l'axe manquent de ces lamelles concentriques dites de Havers.

Ce n'est ainsi qu'à 6 ou 8 centimètres au-dessus de l'apophyse frontale ou à peu près, jusqu'au sommet de l'axe osseux que la paroi des sinus de cet axe, qui peut avoir un centimètre d'epaisseur sur les grands bœufs, etc., que se voit sur les ruminants la structure spongieuse, analogue à ce qu'on trouve sur les cervidés, bien que moins résistante. Les alvéoles longitudinaux sont en outre plus fins à la surface sous-périostée que dans la profondeur, contrairement à ce qui est sur les *bois* de chevreuil, etc.

Ces particularités de structure font comprendre aisément comment il se fait qu'au point où les coupes transversales donnent un réseau de mailles d'égale largeur en tout sens ($0^{mm},1$ à $0^{mm},5$) les coupes longitudinales montrent ces mailles longues de 1 à 2 ou 3 et même 4 millimètres pour cette même largeur.

Cet état finement spongieux à lamelles osseuses limitantes minces, sans conduits de Havers à couches concentriques, ne se trouve que dans une étendue variable du sommet du sinus de l'axe des grands bœufs, etc., plus bas pour ces ruminants, dans toute l'étendue du sinus sur les moutons, c'est du tissu osseux compacte qui limite ces cavités. La superficie sous-périostique seule (p. 251)offre l'état précédent, sur une minime épaisseur parfois, comme pour le mouton.

La tissu qui limite les sinus et dont l'aspect est analogue à celui de l'apophyse frontale, est donc composé comme le reste des os du crâne; c'est-à-dire par de l'os dont les conduits vasculaires sont entourés de lamelles concentriques dites de Havers, des plus nettement disposées. Tout le sinus est ainsi limité quand il est encore peu étendu, tandis que sur les vieux animaux sa portion la plus élevée est limitée comme nous l'avons dit p. 255-256.

Si n'étaient là les vaisseaux de l'axe osseux qui pénètrent sous le bourrelet basilaire de cet axe et ce bourrelet même, on dirait

qu'à mesure que les sinus frontaux ont pénétré dans la columelle, ils ont repoussé devant eux sa portion diploïque, l'homologue du *bois* des cervidés. Mais la persistance de la couche superficielle aréolaire ci-dessus montre que l'os compacte du frontal, à lamelles concentriques de Havers, n'a fait que se substituer à la portion centrale de l'os aréolaire en continuant ainsi à limiter la cavité du sinus grandissant et rendant creux, non seulement l'apophyse frontale, mais encore l'épiphyse qui la surmonte.

Des canaux vasculaires cylindriques à lamelles osseuses limitantes *non plissées* ou *godronnées*, traversent ce tissu ainsi alvéolaire et finement spongieux dans le sens de la longueur de l'axe osseux, dans la partie pleine comme dans celle qui forme paroi aux sinus frontaux prolongés.

Une particularité distingue ici l'axe osseux des cornes persistantes de l'os caduc des cervidés; c'est qu'à l'inverse de ce dernier (p. 296-297) les cellules du tissu cellulaire de la moelle y sont devenues adipeuses, comme dans le diploé de l'apophyse fontale, etc.

La portion supérieure ou dorsale de l'apophyse frontale est parfois marquée de sillons vasculaires sur les grands ruminants. Au pourtour du relief que fait la base de l'axe osseux sur l'apophyse frontale, des vaisseaux pénètrent dans les *gros troncs* et *canaux nourriciers* dont tout cet axe est parcouru. Ils sont particulièrement volumineux du côté supérieur et au-dessus du bord orbitaire. Ce sont des vaisseaux artériels sous-cutanés, comme dans les cervidés, qui traversent obliquement le périoste et qui après un trajet plus ou moins long pénètrent l'os, tant sous le rebord épiphysaire mentionné ci-dessus que plus haut.

Quelques-uns des canaux, qui les reçoivent, longs de plusieurs centimètres parfois, sur le bœuf, montrent leur orifice interne dans la portion épiphysaire des sinus frontaux.

D'autres traversent directement l'axe osseux de part en part pour gagner la muqueuse de ces sinus et ramper dans quelque sillon sous elle; plus loin la face interne de ces sinus montre les orifices de canaux plus ou moins longs qui vont regagner la surface périostique de l'axe et s'y prolongent en sillon ou demi-canal, après avoir traversé la partie pleine et lui avoir donné des branches plus ou moins nombreuses. Celles du sommet même

de l'axe s'anastomosent en vortex ou tourbillon avec des vaisseaux cutanés, comme le fait a lieu au bout de chaque andouiller des cervidés.

Il faut seulement rappeler ici que la peau de l'axe osseux des ruminants à cornes persistantes est à la fois dépourvue des follicules pileux et des glandes sébacées qui se régénèrent chaque année sur les cervidés.

Ces surfaces osseuses internes que tapisse la mince pituitaire des sinus de l'axe osseux sont souvent rendues comme poreuses aussi (au moins vers le sommet du prolongement supérieur des sinus dans l'axe), par nombre de petits trous vasculaires dont elle est criblée, sur le bœuf particulièrement. Ces orifices sont à peu près du double plus larges et en même temps deux fois plus écartés les uns des autres que ceux de la surface sous-périostique. Mais cet état diminue et disparaît en approchant de l'apophyse frontale, au niveau de laquelle, comme dans le frontal même, les faces limitantes des sinus, sont lisses et compactes, mais moins que les tables interne et externe de l'os.

C'est une substitution d'os à canalicules de Havers, du genre de celle qui a été indiquée plus haut (p. 250), qui manifestement a lieu sur les cervidés dans les cas morbides qui déforment leurs bois et les rendent persistants. Nous voulons parler des exemples d'ostéite chronique qui amènent en même temps que les particularités précédentes l'augmentation de volume de ces organes, au point de les rendre parfois aussi gros que l'avant bras, avec des bosselures irrégulières de toutes formes.

Sur des pièces de ce genre que nous devons à M. le professeur Pouchet, nous avons constaté qu'à l'os caduc tel que nous l'avons décrit, s'en substitue un qui est *persistant*, plus dur, plus blanc, dans lequel presque tous les conduits vasculaires, les capillaires surtout sont entourés de couches concentriques de Havers de la manière la plus nette.

Elle constituent ainsi, autour de chaque capillaire autant de prismes creux se comprimant réciproquement en quelque sorte, et déformant leur surface pour s'agencer. A la superficie surtout il y a en outre des couches plus épaisses que les lamelles concentriques, qui sont disposées parallèlement entre elles. Elles forment ainsi des *systèmes* de couches dans lesquels ces der-

nières sont parallèles les unes aux autres, mais rarement parallèles à la surface extérieure. Les *systèmes* sont très différemment inclinés les uns par rapport aux autres.

Ils limitent entre eux çà et là des fissures minces, pleines de tissu cellulaire, sans vaisseaux le plus souvent. L'os n'en reste pas moins compacte. Là où il est aréolaire le fait est dû tant à la présence d'alvéoles médullaires que de gros canaux vasculaires (de 1 à 3 millimètres ou environ). Il n'y a que peu de ces larges conduits qui possèdent des couches de Havers. Dans aucune de ces cavités et canaux vasculaires on ne retrouve la couche hyaline (p. 249) qui existe à la face interne des alvéoles ou conduits vasculo-médullaires du *bois* normal.

Abstraction faite des irrégularités de distribution des canaux vasculaires donnant çà et là un aspect aréolaire au tissu dans ce passage pathologique des *bois* à l'état d'*exostoses* plus ou moins grosses et irrégulières il y a substitution à leur tissu *diploïque ou spongieux* d'un tissu *compacte*, analogue à celui de l'apophyse frontale et très distinct de l'os de l'*épiphyse* ou *bois*.

Ces faits sont importants à noter parce que la structure des *exostoses* chez l'homme, etc., est analogue à celle des hyperostoses qui viennent d'être décrites; hyperostose dans laquelle l'un des *bois* restant normal, on voit sur l'autre de l'os à *canaux de Havers* et sans couche hyaline à la face interne de ses alvéoles (*os proprement dit* ou *squelettique*) qui se substitue à celui du *bois* normal. Ces faits montrent par conséquent qu'on ne saurait actuellement maintenir la comparaison ancienne du *bois* des cervidés à des *exostoses naturelles*, comme le font encore quelques auteurs.

On sait que les 2 *cornes* osseuses paires de la girafe, les homologues de celle des autres ruminants, sont libres d'abord sous la peau, leur base restant en quelque sorte *à cheval* sur la suture fronto-pariétale. Il en est de même de la 3e ou *impaire* (*pyramide*) par rapport à la suture médiane des deux frontaux de la jeune girafe. A mesure que les sutures se soudent l'ossification de la base de toutes ces *cornes* empiéte sur la couche primitivement épaisse et distincte de tissu cellulaire ou fibreux, qui interposé à elles et aux os de la voûte crânienne, leur laissait une certaine mobilité. Peu à peu il y a soudure complète et

continuité de l'épiphyse avec les deux os plats sur la suture desquels chacune reposait.

Or malgré cette séparation première, ces appendices réellement épiphysaires, bien qu'unis aux os principaux par du tissu cellulaire et non du cartilage, sont composés par de l'os à canaux de Havers et sans couche hyaline à la face interne de ses conduits et alvéoles. En d'autres termes ils ont la structure générale des apophyses frontales à nombreux systèmes de couches de Havers, et non celle des *bois* et de l'axe osseux des cornes dermiques ou persistantes (p. 249).

Le plan de continuité même ne se saisit plus à la longue; mais la couche compacte de os plats se distingue de celui de ces *cornes* devenues *apophyses frontales,* en ce que le centre de celles-ci est rendu plus ou moins aréolaire par des canaux vasculaires et alvéoles fibro-médullaires arrondis, ovalaires, ou onduleux, limités par de l'os à couches concentriques ou non. En approchant des surfaces sous-périostiques et du sommet, l'os à canaux de Havers alterne avec des portions de ce tissu, qui sont transversalement disposées par rapport à la longueur de l'apophyse. L'os ici est, soit homogène, soit disposé en couches parallèles dans le genre de celles des cloisons du tissu spongieux squelettique ordinaire, concentriques ou non.

Sur les ruminants à cornes épidermiques l'apophyse frontale est anatomiquement comme une surélévation à la fois de l'apophyse sourcilière et de la ligne courbe de l'*apophyse orbitaire externe*, dont le bord ou face postérieure limite la partie antérieure de la *fosse temporale.* La partie postérieure de sa base représente le bord postérieur du frontal correspondant, ou comme sur le cerf l'os plat va plus loin que cette base et forme comme à l'ordinaire le bord même de l'organe. Dans l'un et l'autre cas ce bord demi-circulaire s'avance plus que le reste de l'os et le prolonge du côté du pariétal.

Dans l'un et l'autre cas aussi il est dentelé comme à l'ordinaire. D'une manière générale tout son tissu est rouge et mou dans toute son épaisseur comparativement à l'épaisse table interne sous-jacente limitant la cavité crânienne même; comparativement aussi à la table externe ou sous-péricrânienne avec laquelle la surface de ce cylindre se continue. Cette surface même est moins dure, moins lisse que le reste des tables ex-

ternes du frontal et du pariétal, plus marquée de sillons vasculaires longitudinaux etplus perforée de fins orifices comuniquant avec les alvéoles diploïques. Pourtant sur une épaisseur de quelques dixièmes de milimètre ou au delà elle montre un tissu compacte plus *serré* que le diploë sous-jacent.

Le diploë de l'apophyse à son tour est moins spongieux que celui du *bois*, continu avec lui comme nous l'avons dit; plus blanc à l'état sec et moins rouge que lui à l'état frais; le centre de ce *bois* et de la meule sont d'autre part d'un tissu moins serré que la surface et que les *pierrures* et *perlures*.

Cette apophyse sur ces animaux s'élève en forme de colonne partant de l'arcade sourcilière en avant et la surmontant, plutôt que de la *bosse frontale* de chaque côté. Constatons qu'en arrière le contour postérieur plus ou moins étalé de la base de cette colonne constitue le bord postérieur du frontal s'avançant plus ou moins sur le pariétal (chevreuil, daim), ou bien elle est débordée elle-même encore plus ou moins ici par le bord postérieur mince de l'os qu'elle surmonte (Cerf, etc.).

Plus en dehors comme nous l'avons dit la base de cette colonne plus large que l'apophyse même borne en avant la fosse temporale.

Cette portion de colonne reliant l'arcade sourcilière à l'apophyse frontale, place en quelque sorte celle-ci plus loin de l'œil que ne l'est son homologue sur les ruminants à corne creuse chez qui elle manque.

Dans le premier des cas indiqués plus haut (chevreuil, etc.), le contour postérieur même de la base de l'apophyse fait partie du bord du frontal et présente des dentelures semblables aux autres. Alors aussi la table externe cette base repose en partie sur une portion d'égale étendue de la table interne du bord antérieur du pariétal correspondant. Elle empiète sur la face supérieure de cet os, dans une étendue de un centimètre et demi-environ pour le chevreuil, de 2 à 3 centimètres pour le daim. Les deux os dont l'un empiète sur l'autre sont en effet taillés obliquement en sens inverse, de manière que l'union de la table interne de l'un avec la même table de l'autre os est plus en avant que la jonction des tables externes des deux os, dans les limites sus-indiquées. De plus la ligne suturale due au contact des deux tables internes frontopariétales est presque

régulière, non dentelée ; au contraire les dentelures sinueuses de la synarthrose s'enchevêtrant réciproquement ne sont produites qu'aux dépens des tables externes correspondantes.

Rien de plus net sous le microscope sur les coupes du crâne comprenant cette suture que les irrégularités osseuses aciculaires, conservant les formes aciculaires qui entourent le pariétal, etc., du fœtus. Dirigées l'une vers l'autre d'un os à l'autre et engrenées réciproquement elles sont plongées dans le tissu cellulaire serré, dit fibreux, dont une mince couche comble l'intervalle sutural.

Ce tissu cellulaire montre ses faisceaux serrés volumineux, dont les fibres adhèrent à l'os par contact immédiat, juxtaposés molécule à molécule en quelque sorte, avec quelques capillaires interposés, moins nombreux que ceux des alvéoles de l'os avec lesquels ils communiquent.

Sur le mouton, la chèvre, etc., l'apophyse frontale, quelque soit sa direction, se détache en quelque sorte directement plus ou moins loin au-dessus du bord orbitaire, sans être relié à lui en colonne de support. Là aussi la base de l'apophyse cylindrique forme en arrière le bord postérieur dentelé du frontal. Sur les moutons à 4 cornes l'apophyse supplémentaire est aussi loin de l'orbite que l'apophyse normale, plus ou moins au-dessous d'elle, entre cette cavité et le bord postérieur du frontal qu'elle occupe en surmontant le pariétal plus ou moins vertical ; mais sans empiètement du bord postérieur de la base de cette apophyse sur le pariétal, contrairement à ce qui est sur les cervidés, etc.

Il est des moutons même sur lesquels le bord antérieur du pariétal se relève et s'articule en suture dentée, appliqué contre la partie postérieure de l'apophyse frontale, aussi haut que celle-ci, c'est-à-dire jusqu'au niveau du commencement de l'axe spongieux de la corne.

Pour les bovidés c'est aussi au bord postérieur du frontal, au-dessus de sa portion qui limite la fosse temporale, plus loin de l'orbite que sur les animaux précédents que s'élève l'apophyse frontale, d'abord à l'état de simple tubercule sur le veau ; d'où peut être le nom de *tubercule frontal* donné aussi à l'apophyse frontale par J. Müller.

Ajoutons ici comme complément des faits qui précèdent que

sur les oiseaux, les pintades la *corne* ou apophyse frontale n'est qu'une surélévation directe de tout l'os frontal, lame externe et diploë, sans aucune différence de structure.

Les tables externe et interne de l'os ne dépassent pas une épaisseur de 1 à 2 dixièmes de millimètre ; les lamelles qui en partent et en limitent les alvéoles diploïques ont une épaisseur un peu moindre ; les unes et les autres sont dépourvues de canaux vasculaires, sauf vers quelques épaississements aux points de jonctions des lamelles. Ici même les couches concentriques de Havers manquent, ou on n'en compte qu'une ou deux très minces. Partout ailleurs l'os ne se nourrit que par emprunt aux capillaires périostiques et médullaires.

Notons encore les larges cellules fibro-plastiques étoilées pleines de granules pigmentaires bruns foncés qui donnent ici aux os du crâne leur couleur noire ou au moins brune.

Non seulement ces cellules composent, avec leurs prolongements le périoste et la dure mère, mais encore elles forment dans les alvéoles diploïques la trame conjonctive réticulée de la moelle. Au-dessous du péricrâne et de la dure mère l'os reste avec sa teinte blanchâtre et sans couleur spéciale à la lumière réfléchie.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIX.

Les figures 1 à 4 représentent des portions d'une section longitudinale portant sur toute la longueur d'un jeune bois de chevreuil complètement recouvert par la peau et ayant une hauteur de 2 centimètres au-dessus de l'apophyse frontale.

Fig. 1. — Substance préosseuse naissante prise au voisinage de l'extrémité libre : *a*, vaisseau capillaire immédiatement en contact avec la substance fondamentale *b* ; celle-ci englobe des ostéoblastes *o* remarquables par leur forme irrégulière et leurs prolongements souvent ramifiés ; certains d'entre eux présentent des traces de segmentation. *D*, cellules fibro-plastiques allongées du tissu cellulaire périostique dans un canal vasculaire (p. 220).

Fig. 2. — Coupe dessinée à 4 ou 5 millimètres plus bas :

Le capillaire *a* est séparé de la substance préosseuse *b* par une mince lame de tissu cellulaire riche en cellules fibro-plastiques *c*. Les ostéoblastes *o* ont une forme moins irrégulière en général, et se trouvent en pleine voie de segmentation.

Fig. 3. — Prise à 5 ou 6 millimètres au-dessous de la précédente : le capillaire *a*, entouré d'un peu de tissu cellulaire péri-vasculaire,

est séparé de la substance préosseuse *b* par une rangée tantôt simple, tantôt double d'éléments de la moelle osseuse, médullocelles *me* et myéoplaxes *my* (n'existant pas partout ni toujours). Au niveau ce cette couche qui se trouve en contact avec la substance fondamentale se voient également plusieurs ostéoblastes encore incomplètement inclus.

Les cellules propres *o* de la substance préosseuse commencent à prendre la forme radiée des cellules osseuses, et les phénomènes de multiplication par scission sont beaucoup moins accusés.

En *h*, on voit la zone hyaline limitante de la travée préosseuse, tapissée également à sa face externe par une couche d'éléments médullaires (p. 233 et 236).

Fig. 4. — Prise eneore plus bas, à quelques millimètres seulement de l'apophyse frontale.

Les lettres ont la même signification que ci-dessus. Les bords de la substance amorphe sont partout nets et rectilignes ; on n'aperçoit plus d'ostéoblastes extérieurs en voie d'englobement, et les éléments inclus (un peu trop petits sur le dessin), ainsi que les cavités qui les renferment, ont pris l'aspect aplati et allongé et la forme radiée qui caractérisent les cellules osseuses et les ostéoplastes de l'os adulte.

Fig. 5. — Coupe transversale du même bois, faite dans la zone intermédiaire aux figures 2 et 3.

aa, vaisseaux capillaires séparés de la substance fondamentale *b* par un peu de tissu cellulaire *c* et une couche d'éléments de la moelle, médullocelles *me* et myéloplaxes *my*. Comme dans la figure 3, on voit sur le bord de la masse préosseuse quelques ostéoblastes *o* en voie d'englobement. Tandis que les parties périphériques de la substance préosseuse se colorent vivement au carmin, et que les cellules incluses remplissent entièrement les cavités qui les contiennent, la substance centrale de la travée est à peine teintée, les cellules sont arrondies ou à prolongements d'une extrême finesse, et les excavations qui les renferment sont deux ou trois fois plus grandes que les corps cellulaires qu'elles englobent.

Fig. 6. — Ostéoblastes pris dans la substance fondamentale coupée transversalement dans la région de la figure 2, et montrant diverses phases de division cellulaire.

a, cellule dont le noyau est étranglé en bissac. *bb*, cellules à deux noyaux. *cc*, cavité renfermant deux cellules distinctes.

Fig. 7. — Eléments de la moelle osseuse isolés par dissociation :

a, myéloplaxe allongée et bifurquée à une de ses extrémités, *b*, myéloplaxe volumineuse, irrégulièrement ramifiée. *cd*, myéloplaxes à un seul noyau munies de prolongements rameux. *eee*, médullocelles montrant la situation habituellement excentrique du noyau.

DU ROLE PATHOGÉNIQUE

DES

LÉSIONS VISCÉRALES ET GANGLIONNAIRES

DANS LA LEUCOCYTHÉMIE

Par le Dr G. VARIOT
Ancien Interne des Hôpitaux,
Préparateur des travaux d'histologie de la Faculté de Médecine.

(PLANCHE XX.)

Quelques recherches entreprises sur les lésions du foie, dans la leucocythémie, m'ont conduit à faire des réflexions générales sur les altérations viscérales, spléniques, ganglionnaires et autres, et sur leur rôle pathogénique relativement à l'augmentation de nombre des leucocytes dans le sang. Les lésions du foie que je me propose de décrire au cours de ce travail, consistent essentiellement dans une énorme dilatation des capillaires hépatiques, due à des engorgements leucocytiques, avec un épaississement singulier autour de la paroi de ces mêmes capillaires. Ces lésions, sont certainement secondaires. Les globules blancs ont été arrêtés dans les vaisseaux lobulaires, comme dans un filtre et leur immobilisation, a produit des désordres graves.

La considération d'un fait aussi caractéristique, soulève immédiatement dans l'esprit des doutes sur l'interprétation qu'il convient de donner aux hypertrophies des autres parenchymes et notamment de la rate. Bennett et Wirchow, ayant constaté dans leurs premières observations la coexistence de l'hypertrophie de la rate avec l'état leucocythémique, rattachèrent l'altération du sang à la lésion viscérale. A l'augmentation de volume de la rate, correspond un hyperfonctionnement, une active formation de leucocytes qui sont incessamment versés dans le sang de la veine splénique.

Cependant dès cette époque, Griesinger conteste ce rapport de cause à effet entre l'hypertrophie de la rate et la leucocythémie et se demande si au contraire la lésion ne serait pas consécutive.

Quelques années plus tard, la découverte de la forme dite ganglionnaire de leucémie, venant s'ajouter à la forme liénale primitivement étudiée, apporte momentanément un nouvel appui à l'hypothèse formulée par Wirchow et Bennett. La rate et les ganglions lymphatiques sont rapprochés comme des glandes hématopoiétiques, dont l'activité fonctionnelle va croissant avec leur volume.

Dès 1832, Hodkin (1) avait signalé une maladie caractérisée par des hypertrophies ganglionnaires plus ou moins généralisées. De nombreux observateurs publièrent des faits analogues. Trousseau donna à cette affection le nom d'adénie qui a été transformé récemment en celui de lymphadénie. (Thèse de Demange, 1874.) Un fait capital qui sépare l'adénie des formes ganglionnaires de la leucémie, c'est comme on le sait, la non existence de l'état leucocythémique du sang. A quelle cause attribuer cette différence? Les lésions macroscopiques et microscopiques des ganglions dans l'adénie ou la leucocythémie sont-elles différentes? Nullement. Ce fait ressort incontestablement de toutes les descriptions anatomo-pathologiques.

Il nous paraît superflu de faire remarquer combien l'hypothèse de l'hyperfonctionnement des ganglions correspondant à leur hypertrophie se trouve infirmée par ce seul fait.

L'opinion de Bennett et Wirchow qui fait prédominer l'altération des solides sur celle des liquides dans la leucocythémie, n'a éte acceptée en France qu'avec réserve. Le plus grand nombre des médecins français (2) rejettent la leucocythémie en tant que maladie primitive et la regardent comme une cachexie secondaire survenant dans des conditions diverses de déchéance vitale. Pour ce qui concerne, à proprement parler, le rôle fonctionnel des lésions viscérales, ils restent dans le doute, en constatant que l'on rencontre des hypertrophies splénique et ganglionnaires sans leucocythémie.

(1) *On some morbid appearances of the absorbent glands and splen.* (Médico-Chirurg. Transactions, 1832, t. XVIII.

(2) *Discussion sur la leucocythémie.* Bull. de la Société médicale des hôpitaux, 1856.

Plus près de nous, les remarquables pages de M. Isambert, dans son article *Leucocythémie*, du dictionnaire encyclopédique, consacrées à la discussion du rang nosologique, qu'il faut attribuer à la leucocythémie, reflètent exactement les idées positives et rationnelles des cliniciens français,

M. le professeur Jaccoud et M. Labadie-Lagrave, groupent sous un même chef la diathèse lymphogène, toutes les hyperplasies des organes lymphatiques, qu'elles s'accompagnent ou non de l'état leucocythémique qui devient en quelque sorte accessoire (1).

L'adénie se trouve englobée à côté de la forme liénale de leucocythémie qui, cependant, peut exister indépendamment de toute lésion des ganglions. Les fonctions hématopoiétiques de tous ces organes hyperplasiés sont exagérées : ils sont affectés d'irritation nutritive et fonctionnelle, « la première amène l'augmentation de volume de l'organe lui-même; la seconde se traduit par l'augmentation numérique des cellules incolores, dont la formation exprime l'activité normale de l'organe. »

Cette conception se rapproche sensiblement de celle de Virchow, au moins pour l'explication du développement de la leucocythémie proprement dite.

Appuyé dans ce travail sur les considérations anatomiques et physiologiques empruntées aux documents nombreux déjà publiés sur ce sujet, nous nous proposons de rechercher si l'hypergénèse des leucocytes doit ou non être attribuée aux lésions viscérales concomitantes, hypertrophies spléniques, ganglionnaires, etc, etc., et par conséquent si la leucocythémie doit être regardée comme une maladie spéciale ayant ses lésions caractéristiques et ses symptômes en rapport direct avec ces lésions.

Les considérations étiologiques et cliniques nous viendront en aide, pour éclaircir ce difficile problème. Enfin la comparaison des diverses leucocytoses, la connaissance du mode de multiplication des globules blancs dans ces conditions, pourront également être utilisées pour déterminer si la leucocythémie ne doit pas être classée parmi les altérations secondaires

(1) *Nouveau Dictionn. de médecine et de chirurgie pratiques.*

du sang, n'étant subordonnée que médiatement aux lésions viscérales et ganglionnaires.

L'ordre que nous adopterons dans notre exposition pourra sembler artificiel au premier abord, mais il nous donnera la faculté de mettre en relief la lésion hépatique sur laquelle nous voulons appeler l'attention.

Dans un premier chapitre, nous présenterons un tableau d'ensemble des lésions du foie en insistant particulièrement sur nos observations personnelles.

Nous consacrerons les deux chapitres qui suivent aux hypertrophies de la rate et aux hypertrophies ganglionnaires dans leur rapport avec l'état leucocythémique du sang.

Nous étudierons ensuite l'origine des leucocytes à l'état normal et pathologique.

Enfin nous terminerons par des considérations générales étiologiques et cliniques qui nous permettront de formuler nos conclusions sur le rôle effectif des lésions viscérales et ganglionnaires dans le développement de la leucocythémie.

Virchow disait, il y a plus de vingt ans, « l'étude de la leucémie est plus avancée que celle même de beaucoup de maladies décrites par le médecin de Cos, et parmi les affections du sang, c'est à peine si on en citerait une qui soit mieux connue, dans son développement, dans sa marche et dans les détails de ses symptômes. » Nous croyons que l'enthousiasme de l'un des premiers descripteurs de la leucocythémie était prématuré et que la lumière est loin d'être entièrement faite sur cet état morbide.

I

Lésions du foie.

Le foie est l'un des organes le plus habituellement compromis dans le cours de la leucocythémie, son augmentation de volume a été notée dans la première observation véritablement positive publiée par Bennett, sous le titre de « Hypertrophie de la rate et du foie, suppuration du sang ». La dénomination de spléno-hépatique appliquée par nos auteurs classiques, à l'une des formes de la maladie indique suffisamment la fréquence de l'association des lésions du foie à celles de la rate.

Dans le relevé d'Isambert, les lésions du foie sont constatées trente-deux fois sur quarante-et-une observations.

Lorsqu'on jette un regard d'ensemble sur les modifications de structure survenues dans le parenchyme du foie, pendant l'évolution d'une leucocythémie, on est frappé de la singulière variété que peuvent présenter les lésions. Les unes se rattachent d'une façon évidente à l'accumulation anormale des leucocytes dans le sang, les autres indépendantes de l'état leucocythémique, consistent dans des noyaux disséminés de tissu lymphatique, comparables à certains égards aux noyaux cancéreux secondaires. Il faut aller chercher leur origine et leur point de départ dans les hypertrophies ganglionnaires en voie de généralisation.

Les premières produisent le plus souvent une augmentation de volume de la masse du foie, due à des engorgements leucocytiques des capillaires; ces engorgements peuvent déterminer une simple ectasie avec compression ou atrophie des cellules interposées, soit des ruptures par distension de la paroi des vaisseaux, enfin un épaississement péri-capillaire par l'adjonction d'une substance amorphe qui englobe les débris des cellules hépatiques.

Les secondes sans aucun rapport apparent avec le réseau capillaire sanguin, forment des nodules grisâtres de la dimension d'une tête d'épingle ou moindre même, à celle d'un pois, et se montrent distinctement à la surface de l'organe, ou dans sa profondeur, comme de petits foyers parfaitement isolés.

Entrons dans quelques détails descriptifs sur ces deux ordres de lésions.

Au degré le moins avancé, les capillaires radiés sont légèrement distendus par un mélange d'hématies et de leucocytes; les cellules sont un peu refoulées excentriquement sans être atrophiées. J'ai vérifié ce fait signalé par les auteurs, sur de nombreuses préparations personnelles ou qui m'ont été communiquées.

La distension des capillaires peut être portée plus loin. Notre excellent maître M. le professeur Robin a observé (1) « que la masse des globulins (car la plupart n'avaient que de 6 à 6 μ de

(1) Isambert et Robin, *Mémoires de la Société de Biologie*, 1855.

diamètre) contenus dans les capillaires était beaucoup plus considérable que la masse représentée par les cellules hépatiques. Cette disposition donnait à la structure intime du tissu un aspect tout à fait inusité (1) ».

MM. Ollivier et Ranvier (2) ont décrit dans le foie et d'autres organes de véritables extravasats leucocytiques siégeant de préférence à la périphérie des lobules; la connexion de ces îlots avec la paroi déchirée des capillaires leur a paru des plus nette; il s'est fait dans ces points de véritables hémorrhagies par excès de pression.

Je ne m'arrête pas plus longuement à des faits qui sont acceptés par tous, je ne puis que les mentionner ici.

Je dois exposer maintenant le résultat de mes recherches faites sur le foie d'une femme leucocythémique dont je reproduis plus loin l'observation clinique, ainsi que la description des lésions macroscopiques. L'organe avait subi une énorme hypertrophie (4 k. 600), avec conservation de sa forme générale; il offrait une teinte rouge grisâtre.

Le raclage de la coupe permettait d'obtenir une bouillie sale presque entièrement constituée par des leucocytes, à l'examen microscopique.

Mais c'est surtout, à l'aide de coupes obtenues sur des pièces durcies par les procédés ordinaires, que nous avons étudié les modifications de structure du parenchyme. Ces lésions qui semblent avoir échappé jusqu'à présent aux anatomistes, nous ont semblé présenter un réel intérêt et mériter toute l'attention.

Sur une coupe examinée à un faible grossissement (Ocul. 1. Obj. 1. Nachet), on remarque que les lobules sont pour ainsi dire confondus; pas de limite appréciable entre eux; ils sont plus volumineux qu'à l'état normal, si l'on en juge par la distance qui sépare les veines centrales.

Une préparation colorée à l'hématoxyline, laisse voir les cellules hépatiques sous forme de minces trabécules interrompues

(1) Rien d'irrégulier comme la répartition des accumulations de leucocytes dans les capillaires hépatiques; à côté de lobules intacts, il en est d'autres méconnaissables, dans lesquels la lésion est très prononcée. J'ai noté cette particularité sans pouvoir l'expliquer sur plusieurs pièces et sur un grand nombre de préparations.

(2) Ollivier et Ranvier, *Observations pour servir à l'histoire de la leucocythémie* in comptes rendus de la Société de Biologie, 1867.

circonscrivant des espaces, des mailles circulaires complètement remplies par de petits éléments plus clairs.

Le diamètre de ces espaces est irrégulier, mais il dépasse de cinq à six fois et plus celui des cellules du foie qui ont persisté.

L'apparence n'est pas partout uniforme. A côté de régions où les traînées cellulaires n'occupent qu'une place minime, il en est d'autres peu étendues, il est vrai, où les cellules bien qu'écartées les unes des autres, ont gardé un aspect et une disposition facilement reconnaissables.

Nous avons cru voir que les îlots cellulaires les mieux conservés sont distribués de préférence au centre des lobules, entourant partiellement la veine centrale ; mais encore à cet égard, il existe des variétés. Enfin, on rencontre des lobules où l'altération est si profonde que l'examen ne rappelle aucunement la structure normale du foie.

Nous avons fait représenter (fig. 1) l'un des points où la lésion est très caractérisée.

Quant aux conduits biliaires que l'on aperçoit communément à la périphérie des lobules, nous n'en avons constaté, ni à ce faible grossissement, ni à l'aide d'un grossissement plus fort, le moindre vestige, sur une coupe ayant plus de trois centimètres carrés de surface.

Nous devons signaler enfin quelques zones fibreuses peu étendues à la périphérie de certaines veines centrales, et des bandes rares, de même nature, intercalées entre deux acini.

A un plus fort grossissement (Ocul. 1. Obj. 6. Verick), on reconnaît distinctement que les espaces circulaires à contour bien arrêté, correspondent à la coupe des capillaires du foie, très dilatés. Ils sont entièrement remplis, dans les points où la pièce est intacte (V. fig. 2) par des leucocytes très granuleux pourvus ou non d'un noyau. Ces derniers éléments offrent des dimensions variables, leur diamètre oscille entre 5 à 6 μ et 10 à 11 μ. Je ne suis pas parvenu à voir au milieu de cette quantité considérable de leucocytes un seul globule rouge.

Les leucocytes contenus dans ces cavités, bien que pressés les uns contre les autres, au point de se déformer, n'ont cependant entre eux aucune cohésion par l'intermédiaire d'un réticulum ou d'une substance quelconque interposée, car, sans aucune

manœuvre de notre part, quelques-uns de ces espaces capillaires apparaissent vides sur la coupe; il y a eu une chute spontanée de tous les éléments qui les distendaient, pendant le montage de la préparation.

La paroi des capillaires dilatés offre un contour parfaitement distinct des leucocytes inclus.

Les cellules hépatiques ont subi des modifications de forme, de structure et de groupement qui sont très importantes. Séparées de la cavité vasculaire par une lame refringente d'une épaisseur de 3 à 7 μ, elles sont atrophiées et en même temps singulièrement déformées. Au lieu de l'aspect polyédrique habituel, elles sont allongées, comme étirées. Un certain nombre d'entre elles se contourne en croissant, concentriquement à la courbe du vaisseau voisin. Il est évident que toutes ces déformations sont liées à la dilatation vasculaire et à la pression excentrique exercée par les accumulations leucocytiques sur les éléments voisins qui sont ainsi refoulés et obligés d'accommoder leur forme aux conditions nouvelles dans lesquelles ils se trouvent.

C'est après avoir traité par le pinceau, quelques coupes ainsi obtenues, pour les débarrasser des leucocytes, qu'il nous a été donné de constater les faits suivants qui ont échappé jusqu'ici à la description.

Vu à un faible grossissement (Ocul. 1. Obj. 1. Nachet.), le système caverneux correspondant aux capillaires dilatés, représente une fine dentelle parsemée de ponctuations fortement colorées, massée au niveau des nœuds des mailles; ces ponctuations répondent aux cellules hépatiques restées en place après l'action du pinceau. Les mailles de la dentelle, généralement circulaires, sont plus larges dans certaines régions et entièrement vides de leucocytes.

A l'aide d'un grossissement plus fort (Ocul. 1. Obj. 6. Verick), on ne distingue pas la moindre trace de réticulum à l'intérieur des espaces capillaires. Les trabécules circonscrivant ces espaces ont une épaisseur qui peut aller jusqu'à 10 ou 12 μ et plus elles sont formées *d'une matière amorphe très granuleuse.*

Les cellules hépatiques refoulées se groupent au nombre de 5 à 6 habituellement au point d'intersection des trabécules. Leur atrophie est très prononcée; elles sont réduites à de petits

blocs infiltrés de granulations pigmentaires, et comme enchâssées dans des îlots étendus de substance amorphe. A leur voisinage (fig. 4), on aperçoit des éléments arrondis à contour peu net, granuleux qui m'ont paru représenter un degré plus avancé de régression de ces cellules.

Dans les trabécules mêmes, dont les contours limitant deux espaces capillaires adjacents, sont bien arrêtés, il existe quelques cellules déformées en croissant ou fortement étirées, ayant conservé leur noyau. Elles sont également englobées par la substance amorphe et séparées de la cavité vasculaire par une bande claire plus oumoins épaisse.

Quel est l'ordre du développement de ces diverses altérations? Quelle est la nature de cette substance amorphe, granuleuse surajoutée à la paroi des capillaires dilatés; et enfin quels sont les troubles produits dans les fonctions du foie par ces modifications de structure?

Pour ce qui est de l'ordre de développement, et du mécanisme de la production des lésions, ils ne nous paraissent pas douteux.

Les leucocytes, considérablement augmentés de nombre dans le sang (7 pour 1 dans notre observation), à cause de leur viscosité qui facilite leur adhérence aux parois vasculaires, auront été arrêtés dans le réseau sanguin si compliqué des capillaires porte, et s'y seront accumulés progressivement. La disparition à peu près complète des hématies est plus difficile à comprendre car elles ont dû se trouver mélangées, au moins au début de l'engorgement avec les leucocytes; il est probable que retenues dans un milieu impropre à leurs échanges moléculaires, les hématies se seront détruites et que leurs débris seront rentrés dans ce plasma peu abondant, interposé aux leucocytes. — L'engorgement a été crescendo, peut-être grâce aux mouvements sarcodiques des leucocytes, qui pouvaient ainsi progresser entre les éléments voisins, sans qu'il y eut de véritable circulation, ni de déplacement en masse du contenu des capillaires.

Quoi qu'il en soit, cette quantité énorme d'éléments nouveaux venus, a pris la place des cellules du parenchyme. Celles-ci refoulées excentriquement par la distension leucocytique, se sont déformées, puis atrophiées. Il faut admettre également que la privation du milieu habituel, du sang traversant les capillaires

porte a contribué à déterminer cette atrophie si prononcée.

Je ne me prononcerai pas sur la nature de la substance amorphe de nouvelle formation constituant une sorte d'épaississement péricapillaire. D'abord cette substance est-elle réellement en continuité avec la paroi des capillaires? Nous ne le pensons pas, bien que nous n'ayons pas de raison absolument concluante, ni dans un sens ni dans l'autre. Par une imprégnation d'argent nous aurions pu déterminer l'épithélium vasculaire et fixer ses rapports avec la substance amorphe extérieure. Malheureusement nos pièces n'étaient plus assez fraîches, lorsque nous avons pensé à faire cet essai. Néanmoins le contour des trabécules est si net, qu'il rappelle la couche épithéliale normale.

Quant à la matière granuleuse surajoutée extérieurement et englobant les vestiges des cellules hépatiques, elle offre des caractères tout à fait insolites.

Doit-on croire qu'elle est de nature conjonctive, et rapprocher l'épaississement péri-capillaire provoqué par une distension vasculaire prolongée, des phénomènes de sclérose, observés à la suite de la ligature des conduits excréteurs des glandes? Cela est possible, mais nous n'oserions pas l'affirmer. En premier lieu parce que la dissociation de ces trabécules ne nous a jamais montré d'aspect franchement fibrillaire, mais surtout parce que nous ne voyons pas d'éléments embryoplastiques ou fibroplastiques disséminés dans cette gangue (1).

Il vaut mieux rester dans le doute et ne pas se prononcer sur la nature de cette substance amorphe, granuleuse. Nous pouvons affirmer, en tout cas, que son développement est subordonné aux accumulations de globules blancs, sans que nous puissions établir de rapport direct entre ces éléments et cette matière spéciale (2).

(1) Cette opinion est celle de M. le professeur Robin.

(2) Depuis mes premières recherches sur ce sujet, j'ai pu observer, avec MM. Duplaix et Valude, internes des hôpitaux, des lésions très analogues à celles que je viens de décrire, dans des foies cardiaques présentant à un haut degré l'apparence noix muscade. Ces lésions consistent aussi dans des ectasies des capillaires distendus par des accumulations de globules rouges, au point que la coupe rappelle, au premier abord, celle d'un angiome caverneux. De plus, les parois des capillaires sont très épaissies et ont l'aspect fibroïde; elles sont parsemées de corps fibro-pastiques. Les cellules hépatiques interposées, extrêmement atrophiées, ont subi la dégénérescence

Les troubles fonctionnels que doit éprouver le foie ainsi altéré, sont proportionnés à la gravité des désordres anatomiques. Déjà, au point de vue mécanique, on conçoit que l'engorgement, disons mieux, l'obturation des capillaires par des bouchons de leucocytes, entravera presque complètement la circulation porte.

Cliniquement, cette gêne circulatoire se traduit par de l'ascite et une dilatation des veines sous-cutanées de l'abdomen, analogue à celle que l'on rencontre dans la cirrhose des buveurs. Nous avons en effet constaté, après bien d'autres observateurs, tous ces accidents chez notre malade.

Ces troubles mécaniques ne doivent être placés qu'au second plan, si on les compare à ceux qui résultent de la destruction du plus grand nombre des éléments actifs du parenchyme, lesquels s'atrophient où disparaissent suivant le processus que nous avons indiqué. L'organisme entier doit ressentir le contre-coup de la suppression d'un organe aussi important que le foie.

La secrétion biliaire est certainement diminuée, ainsi que le témoigne la difficulté de retrouver les vestiges des voies d'excrétion de la bile. Les fonctions glycogéniques et autres ayant rapport à l'élaboration du plasma sanguin sont abaissées à un degré qu'on ne se figure qu'avec peine en considérant, d'une part, l'absence de circulation dans les vaisseaux, d'autre part, la désorganisation des cellules hépatiques.

Il faut donc faire une place à la suppression d'un viscère tel que le foie dans la production de cet état cachectique profond qui est commun chez la plupart des leucocythémiques arrivés à une période avancée.

J'ai vainement recherché dans les auteurs la description de lésions qui puissent être rapprochées de celles que j'ai observées.

Leudet, dans un mémoire sur les lésions viscérales de la leucocythémie (1) rapporte des cas de cirrhose atrophique vulgaire, avec aspect granuleux de la surface du foie.

On cite également une observation de Hayden ayant pour titre : « Leucocytémie avec cirrhose du foie ». Voici textuelle-

gaisseuse ou pigmentaire. Cette sclérose péricapillaire n'est devenue appréciable qu'après l'action du pinceau.

(1) In *Gazette Médicale*, 1858.

ment ce que dit cet auteur : « Le foie (ce à quoi on ne s'attendait pas), présente le premier degré de la cirrhose sur la face inférieure du lobe droit ; pas d'examen microscopique (1). »

Cette cirrhose serait survenue chez un homme réputé pour sa tempérance et pour la régularité de sa vie.

Il s'agissait, dans tous ces cas, de cirrhoses évidentes se révélant à l'œil nu, sans que l'on ait eu besoin de recourir au microscope.

On peut se demander si la cirrhose parvenue à ce degré avancé, n'a pas été précédée par le stade que nous avons longuement décrit, et qui consiste dans un épaississement péricapillaire. Jusqu'à plus ample informé, et faute de documents histologiques précis, il semble impossible de se prononcer sur ce point. Je pencherais même volontiers à admettre l'indépendance de l'hépatite interstitielle signalée par ces auteurs. Car outre que la nature conjonctive de la substance amorphe enveloppant les vaisseaux, soit loin d'être démontrée, la diffusion de la lésion dès le début, dans toute l'épaisseur du lobule, ne se rencontre pas dans la cirrhose des buveurs qui est périlobulaire, ou annulaire, selon l'expression usitée actuellement.

Pour achever le tableau succinct que j'ai cru devoir présenter de l'ensemble des lésions secondaires du foie dans la leucocythémie, je dirai quelques mots de ces productions en foyer entièrement indépendantes de l'état leucocythémique, ayant une disposition et une structure identiques, soit qu'on ait affaire à une adénie, soit qu'on se trouve en présence d'une leucocythémie, à forme ganglionnaire.

Ces productions décrites d'abord par Virchow, sous le nom de lymphômes, puis sous celui de lymphadénome, qui indique assez exactement leur analogie de structure avec celle des ganglions lymphatiques, sont disséminées à peu près partout, jusque dans la peau (2).

Dans le foie leur confluence est variable; elle est parfois telle que la coupe de l'organe en est marbrée. Sur le foie d'un homme atteint d'adénie, avec d'énormes hypertrophies ganglionnaires généralisées, qui a succombé cette année dans le service de M. le Dr Damaschino, nous avons vu toute la face convexe

(1) In Dublin. *Questely-Journal*, 1865.

(2) Voir thèse de Demange sur la lymphadénie. Thèse de Paris, 1874.

parsemée de petits grains blancs gros comme des petits plombs.

Des coupes faites sur des fragments durcis nous ont montré tous ces foyers secondaires interposés aux lobules dans les espaces portes. Habituellement au centre même du nodule on rencontre un conduit biliaire avec son épithélium conservé. Les lobules en contact sont écartés, mais non atrophiés.

Cependant sur une autre pièce due à l'obligeance de notre collègue Liandier, les nodules beaucoup plus volumineux se sont substitués partiellement à la substance des lobules, dont les éléments constituants ont disparu.

J'ai retrouvé sans difficulté sur ces pièces traitées par le pinceau, la trame réticulée servant de soutien aux cellules rondes intercalées (1).

Ces foyers de lymphadénome sont-ils dus à une prolifération locale du tissu cellulaire, comme le dit Virchow, cela est possible. Mais, rien ne s'oppose, surtout si l'on considère que ces nodules secondaires sont distribués sur le trajet des lymphatiques du foie, c'est-à-dire dans les espaces et les fissures portes, à ce que l'on rattache le développement de ce tissu ganglionnaire au transport par les voies lymphatiques de quelques éléments des ganglions eux-mêmes, en état de suractivité nutritive et tout prêts à proliférer.

N'a-t-on pas proposé pour la généralisation des noyaux cancéreux, cette explication, que les cellules détachées du foyer primitif de prolifération, soient transportées par les vaisseaux sanguins où lymphatiques? Or, cette tendance à la généralisation des hypertrophies ganglionnaires, avec néoformations de produits lymphadéniques, rappelle le mode d'évolution du cancer épithélial. Je laisse pour le moment de côté les analogies cliniques qui sont bien autrement évidentes.

En somme, si l'on fait abstraction de ces nodules adénoïdes,

(1) Sur le foie d'un malade du service de M. le professeur Laboulbène, dont je reproduis plus loin l'histoire clinique (*Leucocythémie avec hypertrophies ganglionnaires et spléniques*), j'ai observé la coexistence de ces nodules périlobulaires avec les lésions dues à l'engorgement leucocytique. L'épaississement péricapillaire avec atrophie des cellules interposées, bien que moins manifeste que dans le cas précédent, était essez accentué en quelques points. A l'aide d'une injection à la gélatine colorée par le bleu soluble poussée dans l'artère hépatique, j'ai constaté que tous les foyers de lymphadénome périlobulaires, recevaient leurs vaisseaux par cette voie; l'injection y était complète et avait à peine pénétré dans les capillaires lobulaires périphériques.

et n'ayant égard qu'aux lésions dues à l'état leucocythémique, on peut considérer le foie comme un vaste réservoir gorgé de leucocytes. Ceux-ci après s'y être accumulés, s'y multiplient peut-être, s'ils trouvent dans le milieu ambiant les principes immédiats qui conviennent à leur accroissement, et il n'est pas improbable, de supposer, que sous l'influence de causes diverses, d'excès de pression dans les capillaires engorgés, une partie de la réserve leucocytique passe dans les veines sus-hépatiques et de là dans la veine cave.

Personne cependant, que nous sachions, n'a imaginé de faire jouer un rôle hématopoiètique au foie dans le développement de la leucocythémie.

La rate avec son réseau sanguin compliqué présente des conditions non moins favorables que le foie à l'accumulation des globules blancs ; bien plus, la circulation du sang dans son parenchyme est subordonnée à la circulation de la veine porte. A un arrêt du cours du sang dans cette veine, correspondra une stagnation dans les réseaux spléniques. Les mêmes causes physiologiques et pathologiques qui déterminent le ralentissement de la circulation intra-hépatique retentissent immédiatement sur la rate.

Il est donc bien naturel de se demander si l'hypertrophie splénique, tout au moins dans certaines formes spléno-hépatiques de leucocythémie, n'est pas aussi un phénomène secondaire, comme on l'a dit bien avant nous. Doit-on considérer cette hypertrophie, comme une hypertrophie simple primitive du parenchyme de la rate qui a conservé sa structure normale, ou comme une altération dans laquelle l'engorgement leucocytique doit parfois entrer en ligne de compte ?

II

Hypertrophies de la rate.

C'est à Virchow que revient la paternité de la théorie qui fait jouer à la rate et aux ganglions un rôle hématopoiétique dont l'activité est proportionnelle à l'hypertrophie de ces organes.

Pour ce qui concerne la rate, je dois rappeler succinctement les diverses hypothèses émises sur son fonctionnement normal relativement à la génération des leucocytes, hypothèses que l'on

a étendues dès le principe à l'état pathologique (1). Les analogies plus ou moins évidentes avec les leucocytes, de certains éléments de la pulpe et de ceux qui entrent dans la constitution des follicules de Malpighi firent penser aux premiers observateurs que ces éléments pourraient bien être entraînés par le courant sanguin loin de leur foyer générateur (2). Cette manière de voir trouva un appui dans la constatation formelle (Donné, cours de microscopie, 1844, p. 99), de la prédominance des leucocytes dans le sang veineux splénique. Ce fait vérifié par Hirt, Vierordt et Malassez, à l'aide de procédés de numération plus exacts, est incontestable ; le nombre des globules blancs est trois ou quatre fois plus élevé dans le sang veineux qui sort de la rate que dans le sang artériel qui y pénètre.

On a noté de même une augmentation notable des hématies dans le sang recueilli au sortir de la rate. Donné, Kölliker, Funk, ont même décrit les phases intermédiaires de transformation des leucocytes ou des éléments de la pulpe en globules rouges « mais il est difficile d'admettre que cette production soit aussi compliquée que l'indiquent les descriptions qu'on en donne et si différente de celle qu'on observe sur les embryons.»

Il est probable, comme le dit M. le professeur Robin, que le plasma sanguin, par suite de son contact médiat avec le parenchyme splénique inter-vasculaire, subit des modifications qui favorisent la production des leucocytes aussi bien que des hématies. La stagnation du sang doit être également considérée comme une condition adjuvante.

Quoiqu'il en soit, il faut bien remarquer que cette fonction leucocytogène normale de la rate n'occupe qu'une place de second ordre dans le développement des globules blancs, puisque la splénotomie pratiquée fréquemment chez les animaux et même sur la femme par M. Péan, n'a amené aucun trouble

(1) Je ne parle que pour mémoire de l'opinion de Hewson et Donné, adoptée au début par Virchow et Bennet, sur la transformation des globules incolores en hématies par l'adjonction de l'héomglobine, dans l'épaisseur du parenchyme splénique. Ce rôle transformateur serait entravé dans la leucocythémie. Dans ses derniers travaux sur ce sujet, Virchow regarde l'hypergenèse leucocytique comme directement liée aux hypertrophies spléniques et ganglionnaires.

(2) M. le professeur Robin nie catégoriquement l'assimilation que l'on a voulu établir entre ces éléments et les leucocytes ; il fonde cette distinction capitale sur des différences morphologiques et surtout sur des différences de réactions chimiques des éléments étudiés à l'état frais. V. loc. citat.

apparent dans la proportion réciproque des éléments figurés du sang. Une autre considération empruntée à l'anatomie comparée, montre bien mieux encore l'importance de second ordre qui revient à tous ces organes dans la production des leucocytes, c'est que chez des animaux entièrement dépourvus de rate, tels que les insectes et les mollusques, on ne voit pas d'autres éléments figurés du sang que des globules blancs (1).

Ces réserves faites, nous devons rechercher ce que devient à l'état pathologique la production des leucocytes, si elle est exagérée corrélativement à l'hypertrophie de l'organe.

Mais auparavant il convient d'être fixé sur les lésions du parenchyme splénique, sur les modifications variées de structure qu'il présente dans les états qualifiés d'hypertrophiques.

Rien de plus vague que ce terme d'hypertrophie appliqué indistinctement à la plupart des splénomégalies.

Les progrès de l'analyse histologique et histochimique ont permis de voir que cette augmentation permanente de volume était due dans certains cas à une altération cireuse où amyloïde, où même à une véritable dégénérescence épithéliomateuse portant d'emblée sur les cellules de la pulpe (2). Tous ces états n'ont certainement aucun rapport avec l'hypergenèse leucocytique.

Mais pour ne m'occuper que des lésions qui sont propres à l'hypertrophie leucocythémique, je me suis assuré, par la comparaison des descriptions qu'on en a données, qu'il règne encore sur elles une véritable confusion. Cela est d'autant plus surprenant que l'attention a été fixée dès le principe sur la rate directement mise en cause dans le développement de la leucocythémie. — Je suppose que la discordance des auteurs sur ce sujet s'explique probablement parce que l'on n'a pas distingué les hypertrophies de la forme spléno-hépatique, des hypertrophies de la forme ganglionnaire, ou des formes mixtes.

Dans nos traités classiques (Atlas d'anatomie pathologique de M. Lancereaux. Traité d'histologie de Cornil et Ranvier, etc.), la lésion dominante que l'on signale dans la rate est l'hypertrophie des follicules de Malpighi.

(1) Voir pour de plus amples développements l'article rate, p. 431. (Dictionnaire encyclopédique) de Ch. Robin, auquel je ferai de fréquents emprunts dans le cours de ce travail.

(2) Thèse de Gaucher, 1882.

Notre maître M. Laucereaux donne même à l'organe ainsi modifié le nom de splénadénome, voulant sans doute indiquer par là que l'on se trouve en présence d'une hypertrophie véritable du parenchyme splénique (1).

Les hypertrophies folliculaires, disons-le de suite, n'ont rien de spécial à la leucocythémie; elles se rencontrent de préférence dans les formes ganglionnaires, mais elles se retrouvent *avec les mêmes caractères dans l'adénie.*

Nous avons observé avec M. le Dr Damaschino un bel exemple de cette altération de la rate survenue dans le cours d'une adénie. A la coupe l'organe était marbré de taches blanches du volume d'un pois et très rapprochées; la pulpe interposée avait sa coloration habituelle. Sur des préparations histologiques nous avons reconnu que la plupart de ces corps étaient placés à la périphérie des artères et étaient constitués par des éléments arrondis beaucoup plus serrés que ceux de la pulpe et maintenus par un reticulum.

Si l'on est tenté d'attribuer à cette hypertrophie localisée dans les follicules une importance dans la production des leucocytes, l'existence d'une lésion identique dans l'adénie doit faire renoncer à cette idée.

Je dois dire que ce n'est pas dans les follicules mais bien dans la pulpe que d'autres auteurs et en particulier Virchow, localisent l'hyperplasie (2). Voici textuellement comment s'exprime Virchow: « Le tissu à la section paraît le plus souvent exsangue; il est d'une coloration d'un rouge plus pâle où plus jaunâtre. La surface de section est lisse relativement sèche et homogène. Les gros vaisseaux seulement paraissent avoir un plus large calibre et restent béants. *Les follicules sont petits* souvent mal limités et par suite indistincts; cependant on les retrouve toujours à l'aide d'un examen plus approfondi, attendu qu'ils se distinguent de la pulpe rouge par leur coloration blanchâtre.

La pulpe est d'une abondance excessive parfois très résistante presque élastique, difficile à déchirer; on y voit distinctement des trabécules épaissies, qui apparaissent sous forme de ligne blanchâtre qui font saillie contre la capsule. L'étude microsco-

(1) Voir spécialement sur ce sujet l'observation de notre excellent maitre M. Luys.

(2) Gesammelte Abhandl zur Wissenchaft, medecin, 1856.

pique montre partout des éléments normaux, seulement plus abondants et plus condensés ; la substance intermédiaire aux cellules de la pulpe est plus considérable et plus solide. Il n'est pas rare qu'on y trouve du pigment passant du jaune au roux et du gris au noir; il est impossible de méconnaître qu'il s'agit là d'une hyperplasie avec induration.... »

J'ai reproduit intégralement cette description car elle s'applique très exactement à la lésion que j'ai pu observer moi-même, dans un cas de leucocythémie splénohépatique bien franche. (V. l'observ. 1.). J'ajoute que la rate d'un volume énorme était pigmentée à sa surface; de plus sur les préparations microscopiques j'ai constaté que la béance des vaisseaux avait pour cause l'épaisse couche scléreuse périphérique, d'où rayonnait des trabécules qui allaient se ramifiant, et subdivisant la parenchyme en petits compartiments limités par des cloisons. L'adhérence des cellules de la pulpe au réseau ambiant était très forte ; là où on parvenait à dégager ce dernier à l'aide du pinceau, on y distinguait un grand nombre de corps fusiformes; le reticulum avait perdu sa délicatesse habituelle. Je note enfin que sur la surface de la coupe les hématies étaient très clairs-semées.

Virchow lui-même rapproche cet ensemble de lésions de celles qui accompagnent les fièvres intermittentes. Ce rapprochement trouve une confirmation dans les liens étiologiques étroits qui unissent la leucocythémie à l'intoxication palustre, sur lesquels ont insisté tous les observateurs.

J'ai eu tout récemment l'occasion d'étudier une rate énorme provenant d'un leucémique avec lésions ganglionnaires qui a succombé dans le service de M. le professeur Laboulbène, à la Charité. Grâce à une injection à la gélatine colorée au bleu soluble poussée dans une branche de l'artère splénique, il m'a été permis de fixer assez exactement la proportion relative de la substance des follicules où analogue à celle des follicules, et de la substance pulpaire. Sur cette pièce ainsi préparée la pulpe se distinguant par son extrême vascularité, à tel point que l'on penserait au premier abord à une diffusion de l'injection, la pulpe, occupe un tiers environ de la surface de la coupe. La substance folliculaire et celle des lymphadénomes de nouvelle formation, offrant un contours très irrégulier, mais bien tranché, est plus abondante.

Les vaisseaux qui traversent ces follicules où ces foyers de lymphadénome peu volumineux la plupart, sont relativement rares, quand on les compare au réseau pulpaire.

Je dois déclarer que ce procédé ne m'a rien révélé sur l'engorgement de la pulpe par les leucocytes ; il doit être fort difficile pour ne pas dire impossible de distinguer dans ces conditions les leucocytes des cellules voisines de la pulpe (1).

Des recherches physiologiques et pathologiques récentes entreprises par Tarchanoff et Swaen (*Acad. des Sciences*, 1875), et par Kelsch (*Archives de physiologie*, 1875), jettent une vive lumière sur les phénomènes qui précèdent ou peut-être qui provoquent le développement de l'altération scléreuse de la rate à laquelle aboutissent toutes les hypertrophies palustres.

Tarchanoff et Swaen, après la section des nerfs qui se rendent à la rate, observent que l'organe se tuméfie et semble retenir comme un filtre tous les globules blancs, dont ou ne retrouve plus qu'un très petit nombre dans le sang en circulation. Les recherches cliniques de Kelsch sur des malades atteints de fièvre palustre ont confirmé cette manière de voir.

Cet auteur a noté que dans les fièvres intermittentes, le minimum des globules blancs correspondait au maximum de distension de la rate; leur chiffre se relève assez rapidement après l'accès et au bout de quelques heures, lorsque la rate a repris ses dimensions premières, leur proportion tombe à la normale.

Sous l'influence de l'électrisation, la rate volumineuse des fébricitants subit un retrait manifeste, et on note en même temps le passage dans le sang d'un grand nombre de leucocytes, tandis que quelques minutes auparavant il n'y en avait qu'une très petite quantité. Cette leucocytose paraît bien subordonnée au retrait de la rate, car en poursuivant l'examen pendant l'heure qui suit l'électrisation, Kelsch a vu graduellement retomber les leucocytes à leurs chiffre normal ou même au-dessous.

(1) L'explication, que j'emprunte aux auteurs cités ci-dessous, ne s'applique évidemment pas aux hypertrophies spléniques accompagnant, comme celle-ci, une leucémie ganglionnaire. La lésion consistant dans une hypertrophie des follicules préexistants et dans des néoformations de nodules adénoïdes, est peut-être aussi secondaire, bien que nous n'ayons pas de renseignements positifs à cet égard, et elle pourrait être rapprochée des foyers secondaires de lymphadénome observés dans le foie, les reins, etc., soit qu'il s'agisse d'une adénie, soit qu'il s'agisse d'une leucocythémie avec hypertrophies ganglionnaires.

Si l'on suit plus loin M. Kelsch dans la description des lésions spléniques qui sont sous la dépendance de l'intoxication palustre et qui succèdent à ces alternatives de réplétion leucocytique et de déplétion, on note au début l'hypertrophie des follicules de Malpighi et des gaînes lymphatiques avec ou sans pigmentation. Les cordons pulpaires sont formés par les éléments de la lymphe enfin les sinus veineux sont remplis par du sang très riche en globules blancs (1).

A une période avancée, dans la cachexie palustre, l'élément fibreux prédomine; les follicules sont atrophiés, des travées conjonctives se sont substituées aux éléments lymphatiques des cordons pulpaires. J'ai vérifié l'exactitude de tous ces faits sur des préparations de rate paludéenne qui m'ont été communiquées par mon ami M. le docteur Rémy, professeur agrégé ; j'ai relevé la béance de la plupart des sinus de la pulpe et la pigmentation très forte d'un grand nombre de trabécules; la zone de sclerose, autour des vaisseaux d'un certain calibre, est considérable et il s'en détache des travées fibreuses ramifiées tout à fait analogues à celles que j'ai observées dans la rate leucocythémique.

Tels sont les documents positifs que nous avons sur le processus qui préside aux hypertrophies de cause palustre et qu'on peut appliquer dans une certaine mesure aux hypertrophies avec leucocythémie.

J'appelle spécialement l'attention sur ces engorgements leucocytiques temporaires disparaissant en même temps que l'accès de fièvre intermittente. C'est là qu'il faut chercher le point de départ de la tuméfaction de la rate. Si la leucocythémie devient permanente, quoi d'étonnant à ce que les leucocytes s'accumulent définitivement dans le parenchyme splénique dont le réseau vasculaire est un des plus riches de ceux que l'on rencontre dans l'organisme? Le séjour prolongé des globules blancs entretient, provoque l'état inflammatoire qui aboutit à une sclérose plus ou moins accentuée, gagnant même les éléments du réseau pulpaire. — Ces modifications du parenchyme nous apparaissent comme secondaires, au même titre que celles que nous avons constatées précédemment dans le foie.

(1) Voir à ce sujet les notes de Vallin dans la nouvelle édition des maladies infectieuses de Griesinger.

En résumé la rate de même que le foie, grâce à leur réseau vasculaire, peuvent être regardés comme de vastes réservoirs de leucocytes; ceux-ci sont retenus au passage comme dans un filtre, s'y entassent, et sous des influences qu'il nous est difficile de préciser, dépendant du degré de perméabilité des réseaux encombrés, et aussi des conditions de pression dans le cours du sang, sont versés à un moment donné dans le torrent circulatoire (1).

(1) Il ne sera pas inutile de rappeler sommairement ici les dispositions les plus générales du système vasculaire de la rate qui sont si éminemment favorables à la stagnation des leucocytes, dans les leucocytoses aussi bien que dans la leucémie. J'emprunte la plupart de ces détails descriptifs à l'article *Rate* de M. le professeur Robin et au travail fort intéressant en voie de publication dans ce recueil (1882) sur le système lymphathique, de MM. Remy et Dubar.

Les branches de division de l'artère splénique se subdivisent dichotomiquement à mesure qu'elles pénètrent dans l'épaisseur de la pulpe. — Ces artérioles s'épanouissent à leur terminaison en une touffe de vaisseaux assez fins (*penicilli*).

Autour de ces rameaux artériels règnent des gaînes lymphatiques dans l'intérieur desquelles MM. Robin et Legros ont signalé un revêtement complet d'épithélium plat. En connexion avec cette gaîne lymphatique et superposés aux artères de moyen calibre, on rencontre des grains glandulaires qui ne sont autres que les corpuscules de Malpighi dans lesquels Kölliker a reconnu la même structure et le même mode de vascularisation que dans les follicules de Peyer. Voir aussi Sappey, *Anatomie descriptive*, t. II, 1876, pour les lymphatiques et la *Monographie des lymphatiques* (Paris, in-folio 1880-1882) de ce savant anatomiste.

Les veines spléniques contenues dans la même gaîne lymphatique que les artères se subdivisent d'abord, puis se résolvent en un véritable treillis veineux limité par une seule couche épithéliale. Lorsque ce réseau particulier est distendu par une masse à injection il prend l'espect de cellules closes, d'où le nom de cellules de la rate. — Des rameaux veineux très courts sont les intermédiaires entre ce réseau et les canaux de la pulpe.

La discussion est encore ouverte sur le mode de constitution des canaux pulpaires dans lesquels passe le sang. — Pour Müller, Frey la circulation serait lacunaire, il n'y aurait pas là de véritable paroi vasculaire. Les hématies se fraieraient un chemin à travers les éléments lymphatiques et seraient directement un contact avec eux. — Dans la rate des plagiostomes cette circulation lacunaire a été aussi observée par M. Pouchet. (V. Bulletins de la Société de Biologie, 1878.)

Pour MM. Robin et Legros les veinules et les artérioles seraient unies par un système de canaticules dans lequel on distinguerait la transition de l'épithélium artériel à l'épithélium si caractéristique de la veine splénique.

Grâces à leur méthode d'injection des voies lymphatiques, MM. Dubar et Remy ont obtenu des préparations de rate dans lesquelles la continuité de l'épithélium vasculaire coloré par imprégnation est absolument incontestable.

C'est sans doute à cette extrême complication du réseau sanguin qui retient plus longuement le sang dans cet organe qu'il faut rapporter non seulement les engorgements leucocytiques, mais encore la fréquence des infarctus spontanés ou expérimentaux dans la rate. M. Feltz a noté qu'à la suite d'injection de poudres inertes dans le sang, c'était dans la rate que l'on voyait habituellement les premiers troubles circulatoires. (*Traité des Embolies capillaires.*)

Quant à la fonction leucocytogène proprement dite de la rate hypertrophiée rien ne la démontre, qu'il s'agisse de lésions analogues à celles de l'intoxication palustre ou de l'hypertrophie des follicules de Malpighi dans les leucocythémies ganglionnaires.

Une considération bien faite pour enlever toute influence directe à cet ordre d'altérations relativement à l'hypergénèse leucocytique, c'est, comme je l'ai dit, que dans la lymphadénie où les follicules sont parfois à leur maximum de développement, l'état leucocythémique fait le plus souvent entièrement défaut.

Enfin, il faut tenir grand compte de ces hypertrophies spléniques sans leucocythémie, signalées par Bennett lui-même et par bien d'autres observateurs.

Il est vraiment singulier de voir cette hyperfonctionnement leucocytogène de la rate survenir dans certaines circonstances et non pas dans d'autres qui semblent identiques. Mieux vaut dire que le sujet est encore bien obscur et qu'il faut avoir recours à d'autres explications pour comprendre le développement de la leucocythémie.

III

Hypertrophies ganglionnaires.

Avant de rechercher quel peut être le rôle des hypertrophies ganglionnaires dans le développement de la leucocythémie, je rappellerai rapidement, de même que pour la rate, les fonctions de ces ganglions normaux, envisagés comme foyers de génération des leucocytes.

Le plus grand nombre des anatomistes, je citerai en France M. Georges Pouchet, M. Ranvier, etc.; en Allemagne, Virchow et Kölliker, admettent la production des globules blancs dans les ganglions à l'état physiologique. Au contraire, M. le professeur Robin, différencie absolument les leucocytes des éléments constituants des follicules et des cordons folliculaires. Il groupe sous la même dénomination d'épithéliums nucléaires tous les éléments des follicules ganglionnaire et de la pulpe splénique. Les ampoules ou les follicules corticaux, ainsi

que les cordons folliculaires qui leur font suite dans la substance médullaire, enveloppés d'une couche continue d'épithélium plat qui les sépare des voies lymphatiques, forment une substance glandulaire qui élaborerait des produits de secrétion versés dans les sinus voisins et modifierait ainsi d'une manière encore indéterminée le plasma de la lymphe (1).

Pour M. Ranvier, la continuité de la membrane endothéliale isolant la substance des follicules, des sinus où circule la lymphe est également démontrée, mais il pense que les leucocytes peuvent prendre naissance dans l'intérieur des follicules et sortir par diapédèse en traversant la membrane épithéliale pour tomber dans les voies lymphatiques (2).

M. Georges Pouchet (3) professe une opinion sensiblement différente des précédentes; il aurait observé les leucocytes en voie de formation, surtout dans les sinus et les lacunes interfolliculaires. Au reste, la limite, l'isolement par une membrane épithéliale des follicules et des cordons médullaires ne lui paraît rien moins que démontrée. Il a reconnu, en étudiant les ganglions du chat, que la matière à injection ne s'arrêtait pas toujours dans les sinus, mais pénétrait aussi dans la portion la plus rapprochée de la substance folliculaire.

Sur des préparations de ganglions lymphatiques de MM. Remy et Dubar, obtenues après injection d'une matière colorante dans les séreuses, on voit que la matière injectée s'est accumulée dans les sinus et les lacunes du ganglion, et qu'ayant imprégné l'épithélium plat tapissant les follicules, leur limite paraît absolument nette.

Nous n'avons pas à nous prononcer dans ces questions encore pendantes, mais nous pensons qu'on sera frappé de la divergence ou tout au moins des variétés d'opinions propres à chaque observateur. Le sujet appelle de nouvelles recherches, et nous pouvons dire que la fonction leucocytogène des ganglions normaux n'est pas à l'abri de toute discussion.

Je dois considérer actuellement en quoi consistent les lésions ganglionnaires auxquelles on a voulu attribuer une si grande

(1) Voir articles : *Leucocyte et lymphatique du Dictionnaire encyclopédique*. Physiologie des leucocytes (*Journal de la Physiologie*). Paris, 1859, p. 50.

(2) *Technique histologique*, pages 687 et suivantes.

(3) *Communication orale* et Bulletins de la Société de Biologie, 1878.

importance dans le développement de certaines leucocythémies.

Si nous nous en rapportons à la description de MM. Cornil et Ranvier (1), reproduite à peu près partout, l'altération fondamentale des ganglions réside « dans une augmentation considérable du volume des follicules qui sont alors comprimés et modifiés dans leurs formes. Le tissu conjonctif de la partie médullaire des ganglions semble avoir disparu pour faire place à la substance corticale hypertrophiée, et l'on ne voit plus sur la surface de section dont l'aspect est encéphaloïde ou splénique, que des fentes qui correspondent aux sinus lymphatiques enveloppant les follicules. »

Lorsqu'on dégage avec le pinceau les éléments qui masquent le réticulum, on remarque : « que les fibrilles deux ou trois fois plus épaisses qu'à l'état normal mesurent 2 à 3 μ, et qu'elles montrent à leur point d'entrecroisement des nœuds fertiles, des noyaux ovulaires. Partout le ganglion présente cette même structure et il est entièrement formé par la substance corticale modifiée. » Enfin, ajoutons que « dans le cas de leucocythémie les capillaires sont remplis de globules blancs colorés par le carmin. »

La description que j'ai reproduite *est commune* aux lésions ganglionnaires observées dans le cas de lymphadénome plus ou moins généralisés, ou d'adénie, et dans le cas de leucocythémie ganglionnaire. C'est là un fait de premier ordre sur lequel il convient d'insister.

Si, comme le pense Virchow, aux hypertrophies ganglionnaires correspond un hyperfonctionnement et par suite une hypergénèse leucocytique, pourquoi l'état leucocythémiqne du sang est-il aussi inconstant dans ces conditions?

Peut-on voir des différences dans les lésions anatomiques, qui expliquent ces différences profondes dans les phénomènes physiologiques? Personne jusqu'ici ne les a signalées. On a pensé, dans ces cas d'adénie, à une compression et à une obstruction des voies lymphatiques intra-ganglionnaires, par suite du développement exagéré des follicules; mais cette conception n'est nullement démontrée. Billroth, en effet, a émis cette opinion qu'il exprime ainsi : « Peut-être pourrait-on résoudre facilement ce problème par voie anatomique. On peut

(1) *Manuel d'histologie pathologiq.*, p. 254, 1re édition.

s'attendre à la leucocythémie aussi longtemps que les sinus lymphatiques sont encore perméables ; si la thrombose s'y montre la production exagérée des leucocytes doit cesser. »

Nous n'avons pas, pour notre part, renouvelé jusqu'à présent les tentatives signalées par Billroth, d'injection des voies lymphatiques intra-ganglionnaires, pour nous assurer de leur degré de perméabilité ; mais nonobstant, nous avons constaté, sur des préparations de ganglions faites par notre maître, M. Damaschino, dans un cas d'adénie, la persistance des sinus interfolliculaires, sous forme de fentes assez larges parcourues par le réticulum normal.

Au reste, Billroth n'accepte qu'avec les plus grandes réserves le rapport établi par Virchow entre les hypertrophies ganglionnaires et la leucocythémie. « Je ne partage pas complètement cette opinion, dit-il, parce que la leucocythémie est en somme assez rare, même lorsque les tumeurs lymphatiques existent en grand nombre, et ensuite parce qu'il est très peu vraisemblable que les ganglions lymphatiques qui peu à peu ont fini par *perdre leur structure normale* puissent encore fonctionner d'une manière physiologique, et à plus forte raison hyperplaique » (1).

Demange, dans son excellente thèse sur la lymphadénie, reproduit ces critiques adressées à la théorie de Virchow. Cette maladie, où le processus néoplasique n'est pas circonscrit aux ganglions, mais s'étend encore aux organes, aux tissus les plus divers, devrait produire la leucocythémie au plus haut degré, si les leucocytes avaient pour origine les éléments remplissant les mailles du tissu adénoïde de nouvelle formation. Or, il n'en est rien. La leucocythémie, comme l'indique Demange, est un fait rare et secondaire dans l'évolution de cette affection. Dans le mycosis fongoïde que l'on rattache communément à la lymphadénie, les manifestations cutanées sont très étendues, sans altération du sang. (Bazin, *Dictionnaire encycl.*, *art. Mycosis.*)

Un autre argument sur lequel s'appuie Virchow pour faire intervenir les ganglions dans le développement de l'hypergénèse leucocytique, c'est l'aspect différent que présente le sang leucémique dans les formes splénique ou ganglionnaire de la maladie. « Je me suis cru, dit-il, en droit (*loc. citat.*) d'établir deux

(1) *Éléments de pathologie chirurgicale générale.* Billroth, traduction française, 1878, p. 623.

formes de leucémie, l'une lymphatique et l'autre splénique : la première introduisant dans le sang des éléments conformes aux parties constituantes de la rate, l'autre y amenant des éléments analogues à ceux du parenchyme des ganglions lymphatiques. »

Bien que reproduits dans la plupart de nos livres classiques, ces caractères distinctifs des leucocytes dans ces différents cas doivent être rejetés. Je crois que les micrographes capables de distinguer dans le sang les leucocytes venant des ganglions, de ceux venant de la rate, ne sont pas nombreux ; il faut être singulièrement dominé par les idées théoriques pour arriver à de pareils résultats.

Pour notre part, chez le malade atteint de leucocythémie avec hypertrophie ganglionnaire, du service de M. le professeur Laboulbène, nous avons trouvé à côté de leucocytes peu volumineux, d'autres éléments plus gros d'un tiers ou même du double, quelques-uns avec des noyaux étranglés.

C'est vraisemblablement pour expliquer la présence souvent très abondante des globulins dans le sang leucémique, ainsi que l'a observé entr'autres M. le professeur Robin, que Virchow a imaginé cette distinction. Mais ces éléments dont le diamètre ne dépasse pas 3 à 5 μ, n'ont ni les dimensions, ni les réactions chimiques des épithéliums nucléaires.

Une autre considération est invoquée par Virchow à l'appui de sa théorie générale et elle a rapport aussi bien aux hypertrophies spléniques que ganglionnaires. Les lésions, dit-il, peuvent exister des mois et des années avant que la dyscrasie se manifeste et d'un autre côté, il n'est pas moins certain que la leucémie n'est pas toujours proportionnelle à l'intensité de la lésion organique dont elle dépend ». C'est là une réponse aux auteurs qui prétendent que les lésions viscérales et ganglionnaires sont toujours secondaires à la leucémie. Mais cela ne prouve en rien que la production exagérée de leucocytes soit sous la dépendance directe de ces hypertrophies. S'il en était ainsi, pourquoi ces hypertrophies lymphatiques auraient-elles préexisté sans que la leucocythémie en fut la conséquence, pourquoi la leucocythémie se déclarerait-elle à un moment plutôt qu'à un autre? Force est donc de reconnaître qu'un élément nouveau vient s'ajouter à l'état morbide, et cet élément ne peut être que subordonné

à l'altération du sang, en rapport avec les progrès de la cachexie.

Dans cet ordre d'idées, M. Malassez a publié dans les bulletins de la Société anatomique (1872) nne observation qui présente un réel intérêt. — Chez un malade atteint d'hypertrophie progressive et généralisée des ganglions lymphatiques, il survient dans les derniers temps de la vie, un état leucémique des plus accentués correspondant à un affaissement des tumeurs ganglionnaires. — Sans vouloir contester l'exactitude d'un fait étudié avec autant de soin, on nous permettra de rappeler que chez ce même malade, l'apparition de la leucémie a coexisté avec un érysipèle de la face qui gagna plus tard la jambe, bien plus avec une phlébite suppurée de la veine saphène interne. Quoi d'étonnnant si l'on a constaté dans ces conditions l'existence d'une leucocytose aussi intense favorisée peut-être par l'altération antérieure du sang sous l'influence du développement exagéré des ganglions? M. Malassez, attribuaut la leucémie à l'affaissement des ganglions, affirme que les abcès de la saphène étaient circonscrits et que par conséquent il n'y avait pas pyémie, que dans des cas analogues d'érysipèle de la face, jamais il n'a vu la leucocytose aussi prononcée. Mais il résulte de la lecture sans parti pris de cette observation clinique, qu'à cause de sa complexité même, elle n'est pas absolument démonstrative. C'est du reste l'avis de M. Liouville qui fit au présentateur des objections en ce sens, reproduites dans les bulletins.

On peut relever dans les recueils périodiques quelques faits analogues bien que moins circonstanciés; il s'agit dans un des cas d'une tumeur ganglionnaire ayant déterminé l'ulcération d'une grosse veine, et à la suite l'état leucocythémique. Je laisse à penser s'il est facile de faire la part de l'inflammation ou même de la pyémie dans les leucocytoses ainsi développées.

La conclusion qui se dégage spontanément de l'examen de toutes les opinions et de tous les documents qui précèdent, c'est que dans l'état pathologique, rien ne démontre, d'une façon vraiment positive et scientifique, que la leucocythémie, soit sous la dépendance directe des hypertrophies ganglionnaires ou des autres productions de tissu lymphatique quelqu'elles soient.

Comme l'a indiqué M. le professeur Robin, cette fonction leucocytogène ne peut être admise, tant que par des analyses chimiques et microscopiques rigoureuses de la lymphe

avant et après sa sortie des ganglions, on n'aura pas fixé de différences dans la proportion des leucocytes en suspension dans le plasma.

En toute hypothèse, si l'on veut considérer les ganglions comme des foyers générateurs de leucocytes, il est beaucoup plus logique de penser que la prolifération de ces éléments a plutôt lieu dans le sinus, dans le plasma des voies lymphatiques, que dans les follicules. Mais je le répète : aucune preuve démonstive n'a été donnée jusqu'à présent sur ce sujet.

Toutes les critiques que j'ai formulées précédemment relativement aux fonctions leucocytogènes des ganglions hypertrophiés, s'appliquent à toutes les hyperplasies, néoformations de tissu lymphatique ou adénoïde, quelque soit leur siège ; Amygdales, follicules intestinaux et plaques de Peyer, Mycosis fongoïde, etc. Neumann a distingué une forme myélogène de la leucocythémie, dans laquelle il met directement en cause la moelle des os. Il me suffira de rappeler, pour montrer la fragilité de cette théorie, que ces altérations médullaires, ont été rencontrées par MM. Cornil, Kelsch, dans des cas de lymphadénome généralisé sans augmentation des leucocytes dans le sang.

IV

Origine des Leucocytes.

S'il est un fait capable d'éclairer le mode de développement des leucocytes dans la leucocythémie, c'est bien l'origine de ces éléments dans l'état normal, et dans d'autres états pathologiques s'accompagnant de leucocytose.

M. le professeur Robin (1) pense que les leucocytes, de même que la plupart des autres éléments anatomiques, naissent par genèse, dans des conditions très multiples, à l'aide et au dépens des principes immédiats du plasma sanguin, lymphatique ou même d'autres humeurs, sérum du pus, etc. Au moment de leur apparition ces globules « sont pâles,

(1) *Journal de la Physiologie*, 1859. Article *Leucocytes*, page 254.

transparents, larges de 3 à 4 millièmes de millimètres... (1), leur reproduction, leur multiplication par segmentation où scission n'a en fait pas encore été démontrée. »

Je cite à côté de cette opinion, celle que professe en France M. Ranvier et qui est partagée par un certain nombre d'autres anatomistes. Sur les cellules lymphatiques du sang de l'axolott on peut voir le noyau former des bourgeons qui se pédiculisent, puis le pédicule continuant de s'allonger finit par se rompre. Chacun des noyaux ainsi individualisés dirige les mouvements amiboïdes du protoplasma qui tend à se diviser par une sorte d'étirement. La rupture de la portion étirée intermédiaire amène la production de deux cellules lymphatiques au lieu d'une. Tous ces phénomènes, lorsqu'on se place dans les conditions voulues peuvent être constatés en trois heures (2).

Qu'on adopte l'une où l'autre de ces opinions, il n'en résulte pas moins que les leucocytes naissent et se développent dans les plasmas sanguin ou lymphatique, soit directement par genèse, soit au dépens de cellules mères préexistantes.

Ces deux manières de voir rendent également bien compte de la présence des leucocytes dans le sang des animaux vertébrés où invertébrés, dépourvus d'organes lymphatiques comme je l'ai déjà signalé.

Ce n'est pas autrement, non plus, que l'on interprète l'hypergenèse leucocytique dans un très grand nombre d'affections inflammatoires avec ou sans foyers de suppuration, provoquant des leucocytoses d'une intensité et d'une durée très variables. Sauf peut-être pour la fièvre typhoïde, où M. le professeur Brouardel a cru remarquer que les oscillations dans le chiffre des leucocytes, semblaient en rapport avec les diverses phases du processus inflammatoire portant sur les plaques de Peyer et les follicules intestinaux, on n'a guère mis en cause les ganglions lymphathiques ou la rate.

Je ne dois ici que donner une énumération rapide des états morbides principaux, dans lesquels la leucocytose est évidemment indépendante de toute participation des organes lymphatiques.

La plupart des affections inflammatoires et suppuratives, dont

(1) Expériences sur la genèse des leucocytes (*Journal de l'Anatomie*, 1867. Onimus).
(2) *Traité technique d'Histologie*, p. 162 et 163.

la pyohémie constitue en quelque sorte le dernier terme, produisent une augmentation des globules blancs qui peut prendre d'énormes proportions.

Les observations de pyohémie avec aspect puriforme du sang ne sont pas rares, je reproduis cependant un fait très intéressant à ce point de vue, d'infection purulente chez le pigeon, due à l'obligeance de M. le professeur Pouchet. La tuméfaction de la rate avec ramollissement, la congestion du foie avec ou sans abcès métastatiques se rencontre habituellement dans la septicémie. On sait quelle importance les auteurs attribuent aux embolies capillaires septiques dans la formation des foyers purulents, des abcès secondaires.

M. Sapelier a bien voulu me communiquer une observation de septicémie à marche subaiguë survenue chez un malade du service de M. le professeur Potain, atteint d'un kyste hydatique suppuré du foie. Au premier abord l'examen d'une coupe de foie, si l'on fait abstraction d'un certain degré de cirrhose biliaire qui est en voie de développement, rappelle à s'y méprendre l'aspect caractéristique du foie leucémique.

Le plus grand nombre des capillaires lobulaires sont distendus par de nombreux leucocytes mêlés de quelques hématies, écartant les cellules voisines ; en quelques points même, il existe des extravasats de leucocytes. La rate est volumineuse, malheureusement elle n'a pu être examinée. Ce fait montre une fois de plus la tendance des globules blancs, quelle que soit du reste la cause de leur prédominance, à s'accumuler dans les capillaires des parenchymes.

Je n'ai pas besoin d'ajouter, qu'à part ces analogies, la pyohémie se différencie de la leucocythémie par ses caractères infectueux particuliers. Est-ce à la présence de ferments figurés qu'il faut rapporter les modifications du plasma qui favorisent la génération des globules purulents? cela est vraisemblable, mais aucunement démontré.

Dans la diphthérie M. Bouchut à indiqué dans le sang (1), une multiplication habituelle des leucocytes dont le chiffre atteint parfois une proportion notable. Je relève dans les Bulletins de la Société Anatomique une remarquable observation de

(1) *Gazette Médicale*, 1868. Voyez surtout Ch. Robin, *Physiologie des leucocytes*, dans *Journal de la Physiologie*. Paris, 1859, p. 51.

leucocytose diphthéritique publiée par M. Labadie-Lagrave (1).

La leucocytose est habituelle aussi dans la dysenterie (2) certaines formes de tuberculose et en un mot dans la plupart des maladies infectieuses.

Il n'est pas besoin de recourir à des analogies normales ou pathologiques pour l'explication du développement des leucocytes dans le plasma sanguin et lymphatique du sang leucocythémique.

Au mois de juin 1881, dans le sang d'une femme leucémique du service de Maurice Raynaud, à la Charité, après fixation des éléments à l'aide de l'acide osmique au $\frac{1}{100}$, nous avons constaté avec M. Cadiat que certains leucocytes, les plus volumineux, mesurant jusqu'à 12 ou 13 μ, présentaient des noyaux bourgeonnants, ou même étranglés en bissac, nous en avions conclu que ces éléments hypertrophiés étaient en voie de segmentation.

Dans un mémoire publié au mois d'octobre 1881 (3), M. le professeur Renaut (de Lyon), décrit avec une grande précision les caractères anatomiques des globules blancs de la leucocythémie, bien plus il a observé directement leur multiplication par division, en se plaçant dans les conditions voulues de milieu et de température (4).

Je laisse la parole à M. Renaut. J'ai observé, dit-il, « que sur un certain nombre de globules, le noyau est absolument divisé comme dans une cellule qui va se segmenter et cela dans les cellules lymphatiques de toute taille... »

« Si l'on considère en outre la taille extrêmement variable des globules du sang leucémique, on est amené naturellement à penser que les globules blancs non seulement se multiplient mais s'accroissent dans le sang. En effet, les plus petits ont un noyau entouré d'une zone protoplasmique très étroite, les plus gros ont un noyau à peine plus volumineux que les plus petits et sont environnés d'un énorme corps cellulaire. »

« Et entre ces deux formes extrêmes, on observe tous les in-

(1) Société anatomique, 1872.

(2) Observation de Langlet, *Bulletin de la Société anatomique*, 1871.

(3) Recherches sur les éléments cellulaires du sang (*Archives de Physiologie*, 1881).

(4) Je suis heureux de citer dans ce travail les faits si intéressants annoncés par mon ancien maître M. Renaut, et d'avoir pu les vérifier moi-même.

termédiaires. Cette sorte d'échelle des grandeurs des globules blancs ne semble-t-elle pas indiquer des degrés dans le développement? En tout cas il me paraît plus naturel d'admettre que les globules, multipliés dans le sang circulant, comme l'indique la division de leurs noyaux, continuent à s'y développer progressivement, que de chercher pour les cellules lymphatiques de diverses tailles une origine différente dans la rate, les ganglions, la moelle des os, etc... Cette dernière conception ne serait soutenable que si l'on trouvait côte à côte dans le sang des globules blancs de tailles différentes, mais exactement égales pour des groupes divers. Elle n'explique nullement comment on trouve dans un même échantillon de sang tous les intermédiaires entre la taille la plus petite et la taille la plus grande des globules observés. »

Plus loin « nous avons pu observer sur des globules blancs granuleux et graisseux le phénomène de la division rapide. Brusquement un globule brillant presque arrondi et immobile, s'étrangle en son milieu, prend la forme de bissac et en moins d'une demi minute se divise. »

Tout commentaire nous paraît superflu, ces faits sont péremptoires.

V

Considérations générales. — Conclusions.

Nous n'avons malheureusement pas de documents sur la composition du plasma de la lymphe dans les cas de leucocythémie. Au contraire, les analyses du sang nous fournissent des renseignements précieux sur les changements survenus dans le mode de constitution du plasma servant de milieu aux leucocyte.

D'après M. Gautier (1), le poids des globules rouges tombe de 135 p. 1000 (sang normal), à 102 ou même 50 pour 1000. même 50 p. 1000. L'albumine du sérum peut descendre à 40 ou même à 36 p. 1000. Le poids de la fibrine est en général augmenté. Enfin les matières grasses viennent parfois former à

(1) Chimie appliquée à la Physiologie, à la Pathologie, à l'Hygiène. — T. II, 320.

la surface du liquide une couche crèmeuse blanchâtre. MM. Robin et Isambert ont trouvé jusqu'à 7,23 de corps gras pour 1000 de sang. On signale en outre une quantité notable d'autres substances cristallisables d'origine organique : tyrosine, hypoxautine, etc.

Scherer a reconnu qu'il existait dans le sérum du sang leucémique une certaine quantité de matière collagène provenant très probablement des globules blancs. Ces substances manquent absolument dans le sang normal.

Cet abaissement général des principes albuminoïdes du sang rapproche déjà la leucocythémie d'un grand nombre d'états cachectiques prolongés qui s'accompagnent d'altération du sang : je citerai la chlorose, la cachexie palustre, la septicémie, le mal de Brigth, le diabète sucré et surtout le cancer, etc., comme on peut s'en assurer en parcourant le tableau en raccourci publié par M. Gautier (1).

On remarquera que la plupart des affections que je viens de citer peuvent se compliquer de leucocythémie où de leucocytose, et que ces modifications plus ou moins profondes dans la proportion et la nature des principes immédiats constituant le plasma, semblent favoriser l'hypernutrition et la prolifération des leucocytes.

Mais ce n'est pas seulement dans la composition du sang qu'on relève de grandes ressemblances entre l'état leucocythémique et les cachexies, quelque soit leur point de départ, c'est aussi dans le tableau clinique que présentent les diverses formes de leucocythémie.

« Un symptôme primordial, dit Demange, domine tous les autres, c'est la cachexie spéciale qui atteint profondément l'organisme dès le début de la maladie..., la lésion locale paraît encore peu étendue, il n'y a pas d'ulcération, pas de suppuration, néanmoins le malade maigrit, s'épuise. » La peau prend une teinte pâle caractéristique. Peu à peu les hydropisies se déclarent et peuvent se généraliser sans qu'il y ait d'albumine dans les

(1) C'est probablement par ce trouble dans la composition du sang, que s'explique la fréquence des hémorrhagies survenant pour la moindre solution de continuité, l'état hémophilique en d'autres termes constaté par tous les médecins. Ce fait est également de nature à diminuer l'importance que l'on attache aux obstructions des vaisseaux par les leucocytes dans la production des hémorrhagies.

urines. Une fièvre hectique s'allume et le malade meurt dans le marasme.

Trousseau, bien avant Demange, avait déjà décrit cette anémie lymphatique signalée par les anglais (Pavy et Wilks), due à une altération du sang sous l'influence des hypertrophies ganglionnaires, qu'il y ait ou non leucémie concomitante (1).

Pour les formes splénohépatiques de la maladie, cette déchéance de l'organisme n'est pas moins complète ainsi qu'on peut s'en convaincre en parcourant les descriptions classiques.

En réalité, l'état leucocythémique du sang n'apparaît pas comme une maladie primitive et indépendante; du moins, cette opinion était celle des médecins français, lors de la discussion qui eut lieu au sein de la société médicale des hôpitaux en 1856, et nous la partageons entièrement.

Si l'on parcourt dans le travail de Vidal (2) le relevé étiologique, on voit, qu'un certain nombre de malades ont éprouvé des manifestations de l'intoxication palustre, d'autres ont été exposés à des causes diverses de débilitation, privations, mauvaise hygiène, excès alcooliques, etc.

A côté de ces faits il faut placer les cas de leucocythémie venant compliquer le cancer (observ. de Becquerel, Société médic. des hôpitaux, 1856), une autre observ. communiquée par M. le Dr Lancereaux, etc... (3).

Aussi peut-on encore regarder comme profondément juste ce que Barthez disait en 1856. « Au sujet de la leucémie un seul fait semble établi d'une manière un peu positive, et il a été avancé par Virchow, c'est que cette altération du sang est toujours précédée par une autre maladie... N'y a-t-il qu'une seule maladie aiguë où chronique qui puisse déterminer la leucémie où bien n'est-il pas établi que plusieurs peuvent la précéder et

(1) Clinique de l'Hôtel-Dieu, t. III, p. 626.

(2) *Gazette hebdomadaire*, 1856.

(3) Voir (*in Virchow's Archiv.*, t. LXXXIII) un fait de Leube sans tuméfaction de la rate ni des ganglions; on porte le diagnostic clinique de leucémie myélogène, à cause de quelques symptômes douloureux du côté du tibia et du calcanéum. A l'autopsie, pas d'altération osseuse digne d'attention, un ulcère rond de l'estomac; les auteurs restent dans le doute pour l'interprétation de cette leucocythémie. Pour nous, l'explication n'est pas douteuse; les leucocytes se sont multipliés dans le plasma, sans intervention d'organes hématapoiétiques que les auteurs veulent trouver à toute force.

lui donner naissance : Intoxication paludéenne, cancer, hypertrophie de la rate et du foie, lésion des ganglions lymphatiques et d'autres maladies encore sont accusées d'engendrer la leucémie... La leucémie n'est pas autre chose en somme qu'une altération du sang, seulement au lieu de la diminution de l'un des principes constituants, j'y trouve une augmentation (1). »

Je formulerai en quelques mots le conclusions les plus générales de ce travail :

Les lésions viscérales, spléniques, hépatiques où ganglionnaires, n'ont pas une action directe et immédiate sur la production de la leucocythémie.

Leur rôle leucocytogène n'est nullement démontré.

Ces lésions, qu'elles soient secondaires ou primitives, n'ont qu'une influence médiate sur le développement de l'état leucocythémique, en déterminant une altération profonde dans la composition du plasma sanguin et lymphatique. — Au reste, la prolifération des leucocytes dans le sang circulant, a été observée d'une façon indéniable.

On jugera par l'ensemble de cette discussion si cette conception de la leucocythémie est plus conforme aux faits anciens et nouveaux qui ont été publiés.

Pour moi, en rejetant la théorie de Virchow et Bennett, je crois être resté fidèle à ce précepte de Cl. Bernard : « *Lorsque le fait qu'on rencontre est en opposition avec une théorie régnante, il faut accepter le fait et abandonner la théorie, lors même que celle-ci soutenue par de grands noms est généralement adoptée* (2). »

Tout en considérant la leucocythémie permanente et progressive comme un résultat, comme un état cachectique, et nullement comme une maladie idiopathique dans le sens propre de ce terme en nosologie, je ne conteste en rien sa gravité que témoignent suffisamment les troubles rapides de la nutrition et les lésions viscérales avec leurs déterminations si multiples.

Au point de vue clinique, les lésions viscérales et ganglionnaires ont une importance de premier ordre, puisqu'elles doivent faire soupçonner et craindre que l'état leucocythémique ne vienne se surajouter à elles. — Elles sont un précieux guide

(1) *Bulletin de la Société médicale des hôpitaux*, 1856.
(2) *Introduction à la médecine expérimentale*, p. 288.

pour le médecin qui aura ainsi son attention dirigée vers cette altération possible du sang.

Mais si le clinicien est obligé de se contenter bien souvent de la probabilité, le physiologiste a le droit d'être plus sévère, et de n'admettre qu'après une démonstration rigoureuse, le rapport de causalité entre deux phénomènes.

OBSERVATIONS (1).

I

Leucocythémie avec lésions spléno-hépatiques (personnelle).

Bernaux, Aubeline, âgée de 37 ans, cuisinière, entrée le 15 avril 1881, salle Saint-Joseph, n° 3. Hôpital de la Charité, service de Maurice Raynaud, morte le 30 juillet.

Antécédents. — Née dans la Somme, à six lieues d'Amiens, au milieu d'un pays où l'extraction de la tourbe donne la raison des fièvres intermittentes si fréquentes, Bernaux Aubeline, a quitté son village il y à une vingtaine d'années, pour se placer comme cuisinière à Amiens. Depuis un an seulement, elle a suivi ses maîtres à Paris.

N'ayant jamais été malade avant l'époque du choléra d'Amiens (1867), elle dit avoir été atteinte de ce mal, puis elle aurait bientôt après contracté coup sur coup une fièvre typhoïde et une scarlatine; elle spécifie parfaitement la desquamation qui a suivi. Ces maladies successives l'ont obligée à rester un an chez ses parents.

Il y a quatre ans, nouvelle maladie aiguë fébrile indéterminée qui la tient six semaines au lit.

Depuis trois ans, elle a fréquemment des accès de fièvre le soir, au début desquels elle frissonne de tout son corps, et claque des dents. Ces accès sans avoir toute la régularité des accès palustres francs, ont été traités antérieurement par le sulfate de quinine.

Dans sa jeunesse jamais elle n'a été malade, jamais elle n'a eu d'accident qui puisse faire penser à la scrofule. Réglée à 14 ans, elle a eu, il y a six ans, une petite fille qui vit encore, et se porte parfaitement. Toujours ses époques sont revenues régulièrement jusqu'au début de sa maladie, qu'elle fait remonter à plus d'un an, au mois de janvier. Elle accuse alors le début d'une diar-

(1) Toutes les observations annexées à cette thèse, sont inédites. Les autres faits sur lesquels je m'appuie sont publiés dans les *Bulletins de la Société anatomique*, de la *Société de biologie* où de la *Société médicale des hôpitaux*. Du reste, j'ai cité, chemin faisant, mes sources. Pour ce qui est de la Bibliographie générale de la leucocythémie, je renvoie aux excellents articles de nos dictionnaires. Mon intention a été de faire un travail critique sans aucune prétention bibliographique.

rhée, qui persiste encore aujourd'hui et qui ne l'a pas pour ainsi dire quittée.

Avec l'apparition de la diarrhée coïncide la suppression des règles, et ce sont là les deux seuls phénomènes qui, avec les accès de fièvre vespéraux et irréguliers, dont nous avons parlé, frappent la malade pendant longtemps.

Peu à peu, elle perd ses forces, devient incapable de vaquer à ses occupations.

Ce n'est que dans le milieu du mois de juin 1880 qu'elle s'aperçoit que ses vêtements la serrent trop. Son ventre augmente peu à peu de volume, et progressivement il en arrive au volume que nous observons aujourd'hui.

A plusieurs reprises la malade s'est aperçue que ses pieds pénétraient plus difficilement dans ses chaussures. Ce gonflement limité au pourtour des malléoles du côté droit, a toujours été plus accentué du côté gauche où il est remonté plusieurs fois jusqu'au genou.

État actuel.—La malade présente un *facies* amaigri, épuisé : les pommettes, les apophyses zygomatiques, sont saillantes; les artères temporales se dessinent par transparente sous la peau.

Les membres supérieurs et le tronc sont très amaigris, et si l'on vient à découvrir la malade, on est frappé du contraste entre le volume énorme de l'abdomen et celui des membres supérieurs et inférieurs, réduits pour ainsi dire à leur forme squelettique.

Son *facies* n'est pas sans analogie avec celui qui est propre aux femmes atteintes de kyste ovarien.

Mais si l'on examine de plus près la surface du ventre, on voit qu'il est plus bombé à gauche qu'à droite, comme s'il était repoussé par une tumeur de ce côté.

De plus, des deux côtés et surtout à gauche, des veines bleuâtres assez gonflées, se dessinent sous la peau, remontant du pli de l'aine vers la base du thorax,

La main déprime facilement la moitié droite de l'abdomen; mais si l'on pratique la palpation du côté gauche, on se sent arrêté aussitôt par une tumeur dure, volumineuse, mobile, qui s'enfonce en haut et à gauche sous la base du thorax, tandis qu'en bas et vers la droite, on la limite facilement. Cette tumeur descend jusqu'au pli de l'aine; sur la ligne médiane, si l'on déprime peu à peu la paroi abdominale, on enfonce sous son bord antérieur, et l'on peut saisir à pleines mains le bord tranchant.

La percussion démontre que la matité remonte jusque vers la 5me côte; cette hypertrophie de la rate est telle que l'organe a envahi une grande partie de l'abdomen. On constate dans la cavité abdominale une notable quantité de liquide, soit qu'on déprime la paroi pour venir choquer la rate, soit qu'on provoque la sensation de flot habituelle dans l'ascite.

Le foie ne paraît que peu augmenté de volume.

L'appétit est trés diminué.

Les urines sont normales.

Rien au cœur ; le pouls est petit, mais régulier.

Rien non plus du côté de l'appareil respiratoire, sauf quelques rales ronflants aux deux bases.

16 *avril.* — La diarrhée continue.

La numération des globules donne :

Globules rouges — 45 } où 1 p. 7.
Globules blancs — 8 }

17 *avril.*— On fait l'extraction d'une dent dont la malade souffre beaucoup. L'écoulement de sang qui s'en suit, dure toute la journée, et ne cède le soir qu'au tamponnement de l'alvéole à l'aide d'un petit bouchon de cire.

L'écoulement s'arrête, mais recommence le 18 avril, par suite de la chute du tampon. Nouveau tamponnement, et cette fois le sang est arrêté d'une façon définitive.

Examiné au microscope, le sang qui provient de cette hémorrhagie de la gencive montre des leucocytes en grand nombre, et surtout d'un volume considérable. Ceux-ci sont pourvus de noyaux de forme variée, les uns sphériques, les autres comme étranglés en deux ou trois parties, et semblant en voie de segmentation.

Une petite quantité de ce sang, traitée par l'ammoniaque, transvasée d'un verre dans un autre, file comme du pus.

Tous les détails de structure des leucocytes apparaissent mieux encore sur des préparations de sang absolument fraiches, fixées à l'acide osmique et colorées par le violet de méthylaniline, le noyau est partiellement masqué par des granulations abondantes.

26 *avril.* — Rien ne peut arrêter la diarrhée, et celle-ci continue tantôt peu abondande, deux ou trois selles, d'autres jours plus accentuée.

10 *mai.* — La malade à qui on administre depuis 15 jours un gramme de sulfate de quinine tous les jours, se plaint de bourdonnements d'oreilles, de tintements, et aussi de maux de tête et de vertiges.

13 *mai.* — Les bourdonnements d'oreille sont allés en augmentant, aujourd'hui la malade n'entend plus.

15 *mai.* — On attribue la surdité au sulfate de quinine, et on le supprime. L'ouïe ne revient que sept à huit jours après..

22 *mai.* — Pendant tout ce temps, aucune élévation thermique notable.

18 *juin.* — La malade est moins triste. Dans le courant du mois de mai, l'état général s'était un peu amélioré, les numérations globulaires, donnaient cependant à peu près les mêmes chiffres et surtout la rate, malgré la quantité considérable de sulfate de quinine absorbée, n'avait nullement diminué.

C'est alors que Maurice Raynaud, cédant aux instances de la malade, pensa très sérieusement à la faire débarrasser de sa tumeur splénique par un chirurgien. Il pria à cet effet M. Péan de venir la visiter. M. Péan constata comme nous que la rate était mobile dans la plus grande partie de son étendue surtout en bas, et ne rejeta pas, en principe, l'idée d'une intervention. Cependant ayant égard à l'hémorrhagie antérieure provoquée par l'avulsion d'une dent, à l'état très prononcé de débilitation de la malade, il conseilla de temporiser et de la soumettre à un régime reconstituant, avant de tenter une épreuve qui eût quelque chance de succès.

17 *juin.* — La malade nous montre aujourd'hui une éruption papuleuse

presque généralisée à toute la face antérieure du thorax et du ventre. La peau est chaude, le pouls est un peu fréquent.

23 *juin.* — L'éruption qui avait gagné les bras et les jambes, tend aujourd'hui à disparaître. Toux légère, mais l'examen de la poitrine ne montre rien de particulier de ce côté.

6 *juillet.* — Le cou-de-pied du côté gauche est douloureux, et, en effet, la peau est tendue, rosée, luisante. La pression du doigt est douloureuse et laisse son empreinte; mais malgré les recherches les plus attentives, on ne peut découvrir nulle part la plus petite écorchure.

13 *juillet.* — La rougeur remonte le long de la jambe jusqu'à la partie moyenne.

A partir de ce moment, l'état de la malade s'aggrave rapidement, bien que la lésion locale disparaisse. Elle ne mange plus, son caractère est devenu triste et même agressif.

Dans les derniers jours la respiration s'embarasse, on entend aux deux bases des râles nombreux.

Elle succombe le 30 juillet.

Autopsie. — La rate a été enlevée 18 heures après la mort, l'autopsie a été achevée 6 heures après, le cadavre était dans un état de putréfaction avancée.

L'enlèvement de la rate est effectué sans difficulté par une incision latérale, il a suffi d'introduire la main sous les fausses côtes gauches pour l'attirer au dehors; après la section, à l'aide des ciseaux, d'un repli péritonéal reliant l'organe à la partie postérieure de la cavité abdominale au niveau du Pancréas, elle est sortie presque spontanément. Pas la moindre adhérence soit aux anses intestinales, soit à la paroi, elle était parfaitement mobile. Il a été très facile de circonscrire le pédicule constitué par les vaisseaux spléniques; dans l'épaisseur de ce pédicule, on sentait avec le doigt quelques ganglions lymphatiques. Tous ces détails ont leur importance puisqu'il avait été question d'une intervention chirurgicale pendant la vie.

La rate pèse 1560 grammes. Sa forme est très allongée, sa petite extrémité est tournée en haut et est cachée sous les fausses côtes, sa largeur en ce point est de 13 centimètres environ, la portion la plus large était tournée en bas, on sentait parfaitement le bord tranchant à travers la paroi abdominale.

Dans sa plus grande longueur elle mesurait 35 centimètres. En deux points la surface présentait des échancrures, l'une très profonde était une scissure qui divisait l'organe dans la moitié de son épaisseur, de plus la surface était déprimée fortement dans des points correrpondant à des infarctus.

La coloration générale est d'un rouge peu foncé, à la face interne surtout elle présente des pigmentations noires, superficielles qui la font ressembler à la surface d'un poumon.

En cinq ou six endroits on observe des taches d'un blanc jaunâtre déprimées, la plus étendue est grande comme une pièce de cinq francs, en un point cette coloration jaunâtre est diffuse. Si l'on fait une coupe dans ces régions, on voit que cette coloration blanche s'étend à 1 ou 2 centimètres en profondeur, les couches les plus profondes offrent un aspect hémorrhagique.

Dans le reste de son étendue le tissu de la rate est assez ferme, la coloration à la coupe rappelle plutôt celle du foie, sa résistance au scalpel est certainement augmentée, il semble y avoir un certain degré de sclérose.

Dans la cavité abdominale légère ascite.

Le foie est énorme il pèse 4 kilos 600 grammes, sa couleur est un peu pâle; le raclage à la coupe enlève une boue rougeâtre.

Les ganglions mésentriques ne sont pas augmentés de volume.

La plus grande partie de l'intestin a été ouverte et examinée, pas de lésions appréciables des follicules ni des plaques, injection des vaisseaux sous muqueux.

Dans le thorax les poumons sont légèrement congestionnés; pas de lésions tuberculeuses.

Lorsqu'on sectionne les oreillettes et les gros vaisseaux il s'écoule une assez grande quantité de sang boueux, diffluent, quelques petits grumeaux très mous s'écrasant facilement, représentent seuls la fibrine. L'aorte est saine, la valvule mitrale est un peu épaissie, ainsi que l'endocarde de l'oreillette droite.

On observe une vascularisation assez accentuée de la pie-mère au niveau de toutes les circonvolutions de la face convexe. A la coupe, un petit foyer hémorrhagique de la grosseur d'un haricot, au niveau de la partie antérieure du centre ovale, dans la substance blanche.

Des muscles de la paroi abdominale et de la cuisse, une portion du fémur ont été enlevés pour être soumis à l'examen, de même qu'un fragment de peau de la face dorsale du pied gauche qui avait été le siège d'une lymphangite peu de temps avant sa mort.

Examen microscopique. — Pour le plus grand nombre des détails, je renvoie à la description des lésions hépatiques et spléniques sur lesquelles j'ai longuement insisté précédemment.

Je dois mentionner cependant que :

Dans le cerveau un certain nombre des capillaires, pénétrant dans la substance des circonvolutions m'ont paru entourés de leucocytes, contenus dans la gaîne périvasculaire de Robin.

Dans les poumons j'ai trouvé en certains points des distensions des capillaires alvéolaires par des leucocytes mêlés d'hématies.

Enfin la moelle des os examinée sur des coupes ou sur des dissociations (moëlle de la diaphyse du fémur), m'a semblé entièrement revenue à l'état fœtal. Elle contient un très grand nombre de médullocelles et quelques myéloplaxes, *pas le moindre vestige de vésicules adipeuses*. Je n'ai pas rencontré non plus sur des coupes traitées par le pinceau le réticulum qui a été indiqué par M. Kelsch dans les cas qu'il a décrit. La coupe était friable, se désagrégeait, mais en aucun point je n'ai vu de fibrille interposée aux médullocelles.

Les muscles périphériques et le myocarde ont conservé leur aspect normal; bien plus dans les réseaux capillaires de ce système, je n'ai pu constater, aucune distension, ou engorgement par des leucocytes.

II

Leucocythémie avec hypertrophies généralisées des ganglions.

Observation communiquée par mon collègue M. Ollive, *interne du service de* M. Laboulbène, *à la Charité.*

Ce malade, âgé de 40 ans, entre à l'hôpital, se plaignant du ventre et de glandes qu'il a dans l'aisselle et dans l'aine. Il raconte que le 6 juin, il prit un bain de rivière, qu'il prolongea trois quarts d'heure environ dans une eau presque froide. Le soir, en rentrant chez lui, il fut subitement pris de frissons intenses, accompagnées de sueurs abondantes. Ces sueurs persistèrent pendant dix jours, et avec une telle intensité qu'il était obligé de changer de chemise jusqu'à sept fois par jour. L'appétit était diminué. Au bout de dix jours il reprit son travail qui n'est pas très pénible, puisqu'il ne fait guère que surveiller les ouvriers, mais il dut bientôt l'interrompre, tellement était grande sa faiblesse. Pendant trois semaines environ, il ne put prendre comme nourriture, que du lait. Ce ne fut guère qu'à cette époque, c'est-à-dire à la fin de juillet, que le malade s'aperçût que son ventre devenait gros, qu'il éprouvait à la base du thorax une constriction assez pénible, et que tout ce qu'il prenait en fait d'aliments, ne pouvait être digéré; pendant quinze jours il eut de fréquents vomissements, ses forces s'affaiblirent, et il eut une diarrhée assez abondante.

Il entra alors à l'hospice Dubois, dans le service de M. Lecorché, qui, après examen, déclara qu'il avait une hypertrophie de la rate. La diarrhée à ce moment était tellement intense qu'elle résista plusieurs jours aux traitements ordinaires; on dut avoir recours à des moyens plus énergiques qui après avoir arrêté la diarrhée constipèrent fortement le malade. Ce fut le seul traitement qu'on lui fit, joint aux reconstituants, fer, vin de quinquina, Bagnols, etc... Il sortit puis rentra à l'hôpital Tenon, le 27 octobre.

On ne trouve pas dans son passé la moindre trace de syphilis; sans avoir des antécédents alcooliques bien caractérisés, il avoue quelques excès de boissons, de plus, dans son enfance, il a toujours été d'une pâleur telle, qu'il était un objet d'inquiétude pour sa famille. Il eut aussi fréquemment des glandes sous le cou. Nous constatons actuellement une ostéo-périostite de la jambe droite.

En ce moment, ce malade a l'abdomen fortement distendu et dur. A la percussion, la plus grande partie de l'abdomen est mat, et il n'y a guère que sur la ligne médiane et dans la fosse iliaque droite qu'on puisse entendre de la sonorité. A gauche on suit très bien à la main un rebord dur, arrondi, s'étendant des fausses côtes du même côté jusqu'à deux cent. environ au-dessus de la branche horizontale du pubis. Ce ne peut être que le bord de la rate, car toute cette partie est dure, sans élasticité, et la matité se confond avec celle de la rate en remontant jusqu'au dessous des côtes.

Le foie est hypertrophié. On peut sentir son bord inférieur à cinq centimètres environ au-dessous des fosses côtes droites. Il est, de même que la tumeur splénique, sensible à la pression. Presque tous les ganglions sont hypertrophiés; ceux de l'aine, de l'aisselle, du cou, et sans doute les ganglions profonds, bien qu'ils ne donnent pas lieu à des signes de compression, car jamais

le malade n'a eu d'œdème ni des membres inférieurs, ni des bras, ni douleurs névralgiques, ni accidents, dyspneiques. Jamais d'hémorragies. L'appétit est assez bon, les digestions faciles, mais il existe toujours un peu de constipation depuis les potions antidiarrhéiques qu'il a absorbées à l'hospice Dubois. Rien au cœur.

Dans la poitrine on entend des râles sous-crépitants inégaux et secs aux deux bases. Vers la partie moyenne du poumon gauche, un peu en dehors, dans un espace assez restreint, on entend un souffle assez intense et rude. L'urine est trouble et laisse déposer au fond du vase une couche épaisse de sels. Quantité 1100 gr. Densité 1024. Urée 18 gr. par litre.

Il existe de l'albumine en quantité notable et pas de sucre. Les globules blancs se rencontrent en un grand nombre et sont si nombreux qu'il devient difficile de les compter.

Vésicatoire sur la rate.

10 *novembre.* — 2 cuillerées par jour de sirop d'iodure de fer. La rate semble un peu diminuée, l'ascite est diminuée d'une façon notable, le ventre est beaucoup moins ballonné, beaucoup moins dur. La rate mesurée descend jusqu'à environ quatre centimètres au-dessous du pli inguinal gauche, elle a une longueur de vingt centimètres à partir des fausses côtes. Elle est distante de la ligne médiane de l'abdomen, de onze centimètres au niveau des fausses côtes, de huit au niveau de l'omiblic.

17 *novembre.* — Le malade se plaint d'une douleur du côte gauche de la poitrine. On l'ausculte et on entend un bruit de souffle très net, au 1/3 inférieur de ce poumon, bruit de souffle qui coïncide avec une matité assez prononcée et une diminution presque complète du murmure vésiculaire.

Vésicatoire.

21 *novembre.* — La matité diminue, le murmure vésiculaire apparaît, bruit de frottement très net.

25 *novembre.* — Les bruits de frottement sont à peine perceptibles.

Le malade est depuis quelques jours dans un état de somnolence presque continuel, ses yeux sont fermés, ou à moitié ouverts, et son intelligence erre au hasard. *Il se plaint de voir double les objets, et cela à certains moments seulement.*

17 *décembre.* — On ausculte le malade qui, depuis quelques jours est pris d'une toux continuelle, et d'un timbre tout particulier ; cette toux ressemble à de la toux éructante. On dirait que le calibre des bronches a diminué et que le courant d'air expirateur expulsé à travers un calibre rétréci élève le ton de la toux. A l'auscultation, on entend dans tout le poumon droit des râles sous-crépitants mélangés de râles sonores ; ces mêmes râles s'entendent également à la base gauche, tandis que vers la partie moyenne de ce même poumon, on perçoit un souffle très net à timbre aigrelet.

Large vésicatoire.

Jp. diacode 100 gr.

Kermès 0, 15 gr.

Ce malade quitte l'hôpital Tenon, il rentre à la Charité le 15 février ; il succombe au bout de trois jours dans un état de somnolence, dont il est difficile de le tirer.

Autopsie. — Le cadavre n'est pas très émacié.

De chaque côté, infiltration du tissu cellulaire sous-cutané du dos, du pied et de la jambe remontant jusqu'à sa partie moyenne.

A l'ouverture du ventre il sort une petite quantité de sérosité citrine et l'on aperçoit la rate qui vient faire saillie.

Dans les plèvres un demi-litre de sérosité environ de chaque côté.

Examen des organes :

Poumons. — Le poumon gauche dans toute l'étendue de son lobe inférieur en arrière est le siège d'une hépatisation grise bien circonscrite. — A ce niveau il se laisse déchirer à la pression des doigts, et un fragment détaché plonge au fond de l'eau. — La surface de coupe offre un aspect granité; tous les petits grains saillants sont très blancs. Le raclage au couteau enlève une sanie blanchâtre. — Le reste du poumon gauche et le poumon droit entier, sauf un petit foyer caseifié, au sommet, crépite bien; le parenchyme est peu coloré et donne la sensation moelleuse de l'emphysème.

Médiastin. — Les ganglions péritrachéaux sont développés mais ne compriment cependant pas le conduit aérien, non plus que les ganglions péribronchiques.

Cœur. — Ses parois offrent une coloration et une épaisseur normale dans l'oreillette droite, de gros caillots noirs assez consistants.

L'examen microscopique du sang pris dans le ventricule gauche, montre mêlés aux hématies crénelées et framboisées, un grand nombre de leucocytes 1 p. 8 ou 10 hématies environ. Ces globules blancs pourvus de 1, 2 ou 3 petits noyaux très brillants sont peu volumineux; leur diamètre ne dépasse guère celui des globules rouges 7 à 8 μ. environ. Je n'ai pas distingué d'hémotoblaste en quantité notable.

Le sang pris dans le ventricule droit semble contenir une proportion notablement plus forte de leucocytes et l'on y remarque à côté des leucocytes ordinaires d'autres plus gros d'un tiers ou du double, nuclées. Quelques-uns même ont un noyau étranglé en gourde.

J'ai pensé qu'il serait inutile de faire des numérations précises, puisque le liquide que j'ai pu recueillir n'était que le sérum chargé de globules, formé après la coagulation cadavérique.

Tube digestif.

Après l'enlèvement de l'estomac et de l'intestin on voit les feuillets du mésentère écartés par une masse ganglionnaire, les ganglions plus volumineux adhérents au rachis et aux gros vaisseaux, d'autres plus petits et isolés, roulant sous les doigts se prolongent jusque auprès du bord intestinal du repli séreux. — Les plus gros de ces ganglions atteignent les dimensions d'un œuf de poule, aplatissement mis à part. Dans les fosses iliaques, on voit la chaîne ganglion naire se continuer avec les ganglions de l'aine qui forment une masse assez superficielle du volume du poing.

Une injection de bleu soluble faite, avec une aiguille capillaire et une seringue de Pravan, dans la partie la plus superficielle de la substance corticale d'un ganglion de l'aine, a pénétré dans la subtance médullaire, et de là, par des vaisseaux apparents a filé dans les ganglions voisins.

La coloration de tous ces ganglions, quelque soit leur siège, est pâle.— Leur

consistance est mollasse. La surface de coupe est d'un gris uniforme, il ne ne paraît pas y avoir de sclérose. Le produit du raclage porté sous le microscope, montre un grand nombre de petites cellules rondes dont le diamètre ne dépasse pas 7 à 8 μ et quelques petites cellules allongées à prolongement très court (1).

L'estomac. — La muqueuse paraît saine, mais on note un degré très prononcé de distension du réseau veineux sous-muqueux par transparence.

L'intestin grêle incisé et lavé est, dans toute sa longueur, surtout à sa partie moyenne, le siège d'une congestion telle que les rameaux vasculaires arborisés, se dessinent très distinctement sous la muqueuse. — De plus, a 1 mètre environ au-dessus de la valvule iléo-cœcale, et en remontant assez haut dans le jejunum, les follicules isolés font une saillie blanche qui rappelle celle des grosses granulations tuberculeuses. — Ces follicules tuméfiés forment un véritable semis. Les plaques de Peyer sont beaucoup moins altérées, c'est à peine si 5 à 6 plaques apparaissent un peu plus saillantes sous la muqueuse, avec une teinte blanchâtre laiteuse.

Le foie est volumineux, pâle, il pèse 3 kil. 700.

La vésicule biliaire contient une certaine quantité de bile filante d'un jaune clair.

Les sinus veineux de la veine porte sont élargis au point qu'il nous est difficile d'y fixer une grosse canule.

Une portion du lobe gauche a été injectée au bleu par l'artère hépatique; l'injection a bien pénétré.

Le lobe droit beaucoup plus développé montre sur la coupe, les veines centrales remplies de sang rouge; toute la partie ambiante du lobule est d'une teinte pâle qui tranche fortement sur la coloration du contenu de la veine.

La rate est très développée, elle pèse 2 kil. 600 et a 30 centimètres de longueur environ. — Des adhérences solides la retiennent au diaphragme. La plus grande partie de sa face convexe est couverte de plaques blanches indiquant une périsplénite ancienne.

Sur la face interne, quelques adhérences avec les anses intestinales voisines. — Cette face se termine en bas par un gros tubercule du volume d'un œuf partiellement pédiculé et d'une coloration noirâtre à la surface.

La veine splénique incisée, contient un caillot tout à fait blanc se prolongeant dans ses branches de bifurcation. L'examen immédiat de ce caillot a montré qu'il était formé pour la plus grande partie, de leucocytes retenus et agglomérés par une trame fibrillaire très fine et très distincte de nature fibrineuse.

Une injection au bleu et à la gélatine poussée dans une des branches de l'artère splénique a pénétré jusqu'à la surface convexe. Après refroidissement et sur la coupe on voit des îlots où l'injection paraît assez complète.

Dans le reste de son étendue, le parenchyme splénique, sur la surface de coupe est homogène.

Il offre la consistance d'un poumon hépatisé et se laisse facilement écraser entre les doigts. Sa couleur est d'un rose uniforme; impossible d'y distinguer

(1) Dans l'aisselle, on sent à travers la peau, des ganglions comme des noix roulant sous les doigts; ils se prolongent le long du bord inférieur du grand pectoral.

le moindre follicule de Malpighi, du moins à l'œil nu. — Les grosses veines spléniques restent béantes; quelques-unes sont obstruées par des caillots blancs que l'on peut étirer comme du vermicelle.

Ces caillots renferment également des leucocytes et une trame de fibrine sans la moindre trace d'hématies interposées.

Les reins sont volumineux, très congestionnés, d'une consistance assez ferme. On remarque dans la substance corticale quelques foyers miliaires blanchâtres.

Système nerveux. — Les méninges se détachent facilement de la substance corticale sous-jacente; le réseau vasculaire y est modérément développé.

Sur les coupes seriées des hémisphères on ne remarque rien d'anormal, sauf dans l'hémisphère gauche, un petit foyer gros comme un haricot, placé en dehors du noyau lenticulaire dans la capsule interne. Ce foyer est rempli par une bouillie jaunâtre claire.

Rien dans le cervelet.

Dans le bulbe, petit foyer analogue au précédent, gros comme un pois, se montrant sur la ligne médiane, à la partie moyenne du plancher du quatrième ventricule. Il est situé à une profondeur de 1 mill. à 1 mill. 1/2, et n'a pu être découvert qu'à l'aide d'une coupe longitudinale portant sur la partie moyenne du bulbe; ce foyer est très circonscrit. Un examen ultérieur montrera si cette lésion bulbaire a touché les noyaux d'origine des nerfs moteurs de l'œil, et a déterminé la diplopie et la chute de la paupière qui ont été notées pendant la vie.

III

Adénie.

Observation communiquée par M. le Dr Damaschino.

Jamais de maladie autre, ni syphilis, ni rhumatismes. Le malade assure ne s'être jamais arrêté une seule journée dans son travail (jardinier).

Début. — *Mars* 1881. — Douleurs assez intenses dans les articulations du membre droit. — En même temps, le malade voit que tout le membre augmente de volume. — Le ventre enfle à son tour, et surviennent des accidents de dyspnée.

Le malade est soigné chez lui et ne quitte pas le lit.

Actuellement, la dyspnée est considérable. Le moindre mouvement l'exaspère. Il est presque impossible d'asseoir le malade pour l'ausculter. On constate cependant un épanchement dans la plèvre droite.

En découvrant le malade, on constate une pâleur excessive de tout le tégument. La peau est terne et terreuse, l'émaciation prononcée; les membres inférieurs contrastent par leur maigreur avec le volume relativement considérable du ventre.

Au pli de l'aine droite, tumeur allongée dans le sens de l'arcade; hauteur de trois travers de doigts. La peau est rouge, violacée. A ce niveau, elle semblerait amincie. La tumeur est solide et résistante.

A gauche, même tumeur, mais moins volumineuse.

Creux poplité, tumeurs multiples du volume d'une noix des deux côtés.

Aisselles, deux tumeurs du volume d'une petite orange, à gauche moins volumineuse.

De même dans les régions sous-maxillaire, carotidienne, épitrochléenne *des deux côtés*. Les ganglions sont facilement sentis.

Rate. — Mesure 10 cent.

Foie. — Dépasse de deux travers de doigts le rebord des fausses côtes. — Le rebord est très manifestement senti.

Cœur. — Souffle doux systolique de la pointe.

Reflux des jugulaires très net.

Artères athéromateuses.

Veine sous-cutanée abdominale très développée.

Ascite assez considérable, œdème de la paroi. Les deux membres inférieurs sont œdematiés, mais moins, paraît-il, que les jours précédents. Le droit plus que le gauche.

Épanchement dans le genou droit.

Gencives normales.

Ecchymoses dans la main droite, plaques du diamètre d'une pièce de 50 centimes.

5-6 petites taches plus petites entourant la grande.

Sang. — Le nombre des globules blancs est à peu près normal.

Urine. — Pas d'albumine.

Plaques de purpura nouvelles sur les avant-bras.

La palpation de l'abdomen permet de croire que les ganglions profonds sont pris.

Autopsie. — Rate énorme, pèse 580 grammes.

Surface hérissée de saillies de volume variable, depuis la grosseur d'une tête d'épingle jusqu'à celle d'une grosse lentille.

Les plus volumineuses sont aplaties, surface parsemée de plaques blanchâtres, irrégulières, de 4 centimètres de long sur 1 1/2 de large.

Foie: Poids 1,450, foie extrêmement irrégulier, sillons nombreux à la surface.

Arborisations vasculaires blanchâtres faisant saillie à la surface.

Taches blanchâtres légèrement saillantes analogues à celles de la rate.

Reins. — Nombreux ganglions autour des reins et dans l'intérieur de l'organe.

Nombreux kystes à la surface et dans l'intérieur des 2 substances. Décomposition avancée.

Nombreux ganglions lymphatiques le long de l'œsophage et des bronches.

Etat chagriné de la surface pleurale du poumon gauche à la partie postérieure. Poumon aplati à l'état de carnisation. Carnisation très prononcée de toute la partie inférieure du poumon.

L'état granité est dû évidemment à une altération de la plèvre.

Les ganglions de la racine des bronches sont confondus en une masse ganglionnaire d'apparence encéphaloïde qui entoure les bronches et les vaisseaux.

Quelques-uns de ces ganglions contiennent de la matière noire en leur centre.

IV

Fait communiqué par M. le professeur Georges Pouchet.

Nous signalerons comme fait particulier, l'exemple suivant qui paraît être un cas bien net de *pyœmie* chez les pigeons (1).

Le 20 mars 1878, un pigeon est dératé; d'ordinaire ces animaux supportent facilement l'opération. Le 27, l'animal est mourant. Du sang est extrait par décapitation et fixé. La plaie extérieure était fermée, mais le sac aérien qu'on avait dû traverser pour arriver à la rate, présentait du mycélium. Les parois étaient partout tapissées d'une couche tomenteuse, paraissant formée de pus concret. La cavité abdominale contenait un liquide troublé par la présence de granulations.

Le sang offre une abondance extraordinaire de leucocytes. La plupart sont granuleux, sphériques, à grosses granulations irrégulières. A l'état frais, ces granulations ne paraissent pas fixer d'une manière spéciale, l'éosine : elles deviennent légèrement roses, moins colorées que les hématies. Ces leucocytes présentent parfois trois ou quatre noyaux petits et toujours irréguliers.

Les hématies ont le diamètre normal. On trouve de jeunes leucocytes où ne se montre pas encore de nucléole. Ils mesurent 5 μ. Quand ils en ont un, ils mesurent 7 à 8 μ.

On trouve enfin dans ce sang un grand nombre d'hématies jeunes (hématoblastes de Hayem).

EXPLICATION DE LA PLANCHE XX (2).

Fig. 1 et 2 (Ocul. 1. obj. 2. Verick).

1. Amas de cellules hépatiques en voie d'atrophie, groupées en îlots, dans les nœuds d'intersection des mailles.
2. Trabécules constituées par de la substance amorphe, granuleuse, de nouvelle formation, englobant les débris de cellules du foie et entourant les capillaires dilatés.
3. Espace capillaire rempli par des leucocytes (fig. 1) vide de leucocytes, après l'action du pinceau (fig. 2).

Fig. 3 et 4 (Ocul. 1. obj. 6. Verick).

1. Cellules hépatiques déformées par compression excentrique, enchâssées dans la substance amorphe, très atrophiées. On n'y distingue plus de noyaux, mais une quantité de granulations pigmentaires.
2. Trabécules péricapillaires à contour très net.
3. Capillaires dilatés vides (fig. 3) remplis de leucocytes (fig. 4). Ces éléments pourvus de noyaux peu apparents sont granuleux.

(1) Voy. Valdeyer. (*Diffuse hyperplasie des Knochemarks. Virch.-Archiv.* LII. 3, 26). Cas de pyœmie après maladie de la moelle.

(2) Ces figures ont été dessinées par M. Mercier en s'aidant de photographies microscopiques, faites sur mes préparations par M. Damaschino, dans son laboratoire de l'hôpital Laënnec.

SUR QUELQUES PARTICULARITÉS

OFFERTES PAR

LE PLASMA DU SANG DE CHEVAL

Par G. POUCHET (1).

Quand on traite du sang de cheval extrait de la veine par deux fois son volume d'une solution de sulfate de magnésie à 33 0/0, on sait que les hématies se précipitent rapidement. Elles se tassent peu à peu à peu au fond du vase et la quantité de plasma transparent augmente progressivement. En même temps, les éléments figurés autres que les hématies, c'est-à-dire les leucocytes, les leucocytes de Semmer, les globulins, etc., viennent former à la surface du cruor une couche d'aspect crémeux dont la surface n'est point unie comme cela se voit sur le sang des Sélaciens, mais tomenteuse par suite de l'adhérence des éléments les uns aux autres; elle l'est toutefois moins que dans le sang défibriné par le battage.

Peu à peu, au voisinage de cette couche, le liquide ambiant, sans perdre de sa transparence, devient filant. Si avec la pipette on veut extraire une parcelle de cette couche crémeuse, la partie d'abord engagée dans le tube de verre effilé entraîne les parties voisines ainsi qu'une portion des hématies situées au-dessous; et quand on retire la pipette fermée à l'extrémité supérieure, la viscosité surmontant la différence de pression retient la partie de la couche crémeuse qui s'était engagée dans la pipette.

Cette viscosité, due vraisemblablement au développement de microbes, ne s'étend pas à la partie supérieure du plasma qui conserve toutes ses qualités de fluidité : si on prend quelques gouttes de ce plasma au sulfate de magnésie, bien liquide, qu'on l'étale en mince couche sur une lame de verre et qu'on le laisse évaporer, celle-ci se couvre bientôt de cristaux dont la disposition rappelle ceux que forme le givre sur les vitres des appartements. Si, après avoir placé une mince lamelle de verre sur la couche cristalline, on fait pénétrer au-dessous d'elle une goutte de picro-carmin non dilué, celui-ci dissout immédiatement le sel et l'on voit les albumoïdes du sang sous des apparences qui semblent varier avec les conditions dans lesquelles se sont opérées la concentration et l'évaporation finales du liquide.

C'est d'abord une pellicule très délicate tantôt hyaline, tantôt très finement granuleuse; et au-dessous d'elle, contre la lame de verre, des substances albuminoïdes concretées sous des formes variant entre celle d'aiguilles extraordinairement fines mesurant 40 à 50 μ de long, et celle de splérules mesurant 7 et 8 μ de diamètre. On peut trouver entre ces deux extrêmes une série de transitions. Les aiguilles ont tout à fait l'apparence cristalline. Elles sont atténuées aux extrémités, souvent un peu incurvées. Elles peuvent se montrer

(1) Voy. *Soc. de Biologie*, 22 avril 1882.

isolées; d'autres fois elles se greffent les unes sur les autres suivant des angles variables, ou rayonnent tout à l'entour de corps auxquelles adhèrent par une de leurs extrémités.

Ailleurs, au lieu d'aiguilles, ce sont des fuseaux larges de 2-5 μ mais paraissant aplatis, minces, et qu'on colore en rose par le picro-carmin; ils présentent la même disposition à angle que les aiguilles et paraissent, à leurs points de jonction, soudés par continuité de substance, absolument comme des cristaux entés l'un sur l'autre. Quand plusieurs de ces fuseaux se rejoignent, ils limitent des mailles à peine deux ou trois fois plus larges qu'eux-mêmes et forment ainsi un réticulum très remarquable. Ce réticulum est *difficilement* soluble dans l'eau.

Il nous a paru que sur les lames où le plasma au sulfate de magnésie avait été évaporé, ces formations d'apparence toute cristalline s'étaient produites surtout aux endroits où la couche liquide avait été le plus mince, et où les cristaux de sulfate de magnésie étaient le moins confus et reproduisaient le mieux les dessins du givre.

Au contraire, en faisant évaporer plusieurs centimètres cubes du même plasma au sulfate de magnésie à la température d'une couveuse, la masse crémeuse jaune verdâtre qui reste quand l'évaporation tire à sa fin, est composée de sphérules mesurant jusqu'à 10 μ soit indépendantes, soit le plus souvent adhérentes et pouvant former des séries plus ou moins régulières, Celles-ci figurent alors des filaments moniliformes qui peuvent même parfois présenter des sortes d'arborisation rappelant très grossièrement la disposition générale de certains mycéliums. La substance de ces sphérules est parfaitement hyaline; elle est *rapidement* soluble dans l'eau; elle est fixée et colorée en rose par le picro-carmin non dilué.

On peut rapprocher des faits que nous signalons l'observation suivante : le 6 avril, la veine jugulaire est enlevée sur un cheval avec précaution. On laisse déposer le cruor. La veine est alors suspendue dans un bocal étroit contenant la solution de sulfate de magnésie. Le tout est placé dans une étuve à 38°, sans autre précaution. Le 15 avril, le liquide est sanieux avec des moisissures à la surface et une odeur de putréfaction. Dans la veine, le caillot formé au-dessus du cruor a tout à fait l'apparence de l'ambre nuageux, avec des parties transparentes et d'autres laiteuses. Il présente, selon les places observées et prosbablement en rapport avec l'apparence nuageuse, des albuminoïdes concrétées sous les deux formes de fibres et de sphérules. Par places, des fibres très fines forment un réticulum extrêmement serré. Ailleurs, au contraire on trouve des globes et des filaments moniliformes. Par places aussi, des fuseaux extrêmement épais, à bords onduleux, semblent se rattacher au groupe des sphérules plutôt qu'à celui des fibres, mais tiennent en somme de l'un et de l'autre (1).

(1) Au milieu de ces albuminoïdes concrétés existaient de petits cristaux d'une belle coloration jaune ambrée, formés de prismes nettement tronqués réunis, en groupes. La couleur de ces cristaux vus au microscope appartenait exactement à la même *gamme* que la couleur naturelle du plasme de cheval. On peut en conclure que ces cristaux étaient formés de la substance qui colore celui-ci ou tout au moins l'avaient fixée électivement.

Ces diverses particularités, qu'on peut retrouver à un degré plus ou moins marqué sur d'autres animaux nous ont paru dignes de fixer l'attention des anatomistes. Cette production, dans des conditions qu'il reste à définir plus nettement, soit d'aiguilles cristallines difficilement solubles dans l'eau, soit de sphérules très rapidement solubles dans le même liquide, pourra peut-être, mieux étudiée, jeter quelque lumière nouvelle sur le phénomène de la coagulation (1) dont tous les efforts de A. Schmidt et de son école nous paraissent loin encore devoir dissipé les obscurités.

On pourra chercher si la substance visqueuse qui se forme au voisinage de la couche de leucocytes à quelqu'analogie avec celle qu'on obtient en traitant le sang directement par les alcalis ou si elle dépend simplement de la présence de microbes? On ne saurait en tous cas l'assimiler à ce *substratum de la coagulation* (fibrinogène) qui résulterait d'après A. Schmidt de la destruction des leucocytes (2) et dont la solution magnésienne aurait précisément pour effet d'entraver la formation (3).

Même en admettant qu'un temps suffisant se fût écoulé entre la sortie du

(1) Nous pouvons signaler à titre de particularité le fait suivant : le sang vivant rapidement projeté et agité dans une solution saturée d'acide osmique en excès, n'y produit aucun précipité. Le liquide séparé des globules par décantation et évaporé sur une lame de verre laisse une substance absolument transparente, légèrement colorée en vert, se déchirant comme une couche de vernis ou de collodion. L'eau, la glycérine ne la dissolvent point, le picro-carmin la teint légèrement en rose.

(2) Voy. A. Schmidt, *Recherches sur le rôle physiologique et pathologique des leucocytes du sang* (Arch. de Physiol., 15 mai 1882).

(3) Les leucocytes bien que profondément altérés ne disparaissent qu'à la longue dans la solution magnésienne. — Et puisque nous sommes sur ce sujet, disons que cette destruction de leucocytes particulièrement dans le sang extrait des vaisseaux, dont Al. Schmidt et ses élèves ont fait la base de leur théorie de la coagulation, ne nous paraît nullement prouvée. Cette destruction constitue en tous cas, si elle a lieu, un fait matériel, délicat peut-être à observer, mais qu'on devait du moins démontrer directement, avant d'édifier sur ce qui est encore une hypothèse, la théorie si compliquée et si pleine de contradiction que l'école de Dorpat déploie tant d'efforts à faire triompher. Jamais à notre connaissance, il n'est arrivé à aucun observateur rompu à l'étude du sang, de voir un leucocyte subir pendant la coagulation d'autre altération que celle qui résulte de ses mouvements amiboïdes, et moins encore disparaître du champ du microscope par dissolution. Des épreuves photographiques prises à intervalles de quelques minutes sur des préparations de sang frais en lame mince entre deux glaces parfaitement polies, pourraient du reste trancher la question en établissant la permanence ou le changement du nombre des leucocytes pendant la coagulation. Quant aux écarts dans le nombre des leucocytes avant et après le battage prolongé du sang, ils peuvent évidemment s'expliquer à la fois par le trouble mécanique imprimé en liquide et surtout par ce fait qu'une quantité de leucocytes demeure emprisonnée dans le réseau de fibrine. Enfin la tendance bien connue des globules blancs à s'agglutiner très rapidement en petits groupes, les circonstances ignorées qui peuvent activer la production de ces éléments dans les voies lymphatiques, ou leur disparition du sang d'après un mode également inconnu, sont autant de causes qui influent trop directement sur des procédés de numération très imparfaits par eux-mêmes, pour qu'il soit permis de tirer de chiffres ainsi obtenus, des déductions bien rigoureuses et surtout pour en faire le fondement d'une théorie laborieuse.

sang de la veine et le mélange de ce sang avec le sulfate de magnésie pour qu'une quantité de ce substratum de la coagulation ait pu se former, nous n'aurions pas encore l'explication des filaments hyalins, difficilement solubles que nous observons après le dessèchement complet du plasma, et qui se sont formés en présence d'un excès de sulfate de magnésie, pendant l'évaporation des dernières traces d'eau qui le laisse déposer sous la forme de givre.

Ces fines aiguilles — bien qu'elles ne soient pas de la fibrine — semblent indiquer que le réticulum communément observé et décrit dans le sang mort (1) est dû essentiellement à la formation d'aiguilles de même nature, à peu près rectilignes, de longueur indéfinie, se soudant quand elles se rencontrent et donnant ainsi le réseau à mailles anguleuses exactement décrit par certains auteurs. La fibrine sous cette forme concrète se rapprocherait dès lors du groupe des substances quelquefois désignées sous le nom de *cristalloïdes*.

La formation de sphérules au sein de la solution saturée de sulfate de magnésie, prête à une autre remarque. Ces sphérules paraissent différer essentiellement des productions obtenues par Herring (2) avec les albuminoïdes en présence des carbonates, du sucre, et qui semblent entrer avec ces corps dans des combinaisons plus ou moins définies. Il en est tout autrement du mélange de plasma et de sulfate de magnésie dans lequel le sel d'une part, les albuminoïdes de l'autre paraissent au contraire garder leur individualité propre et entière.

(1) Il s'en faut toutefois que la coagulation du sang abandonné à lui-même présente toujours ce caractère ; elle est quelquefois granuleuse. En observant le sang écoulé de la rate extirpée d'un chien (dans des circonstances qui n'ont pas été malheureusement relevées) nous l'avons trouvé formé de sérum tenant en suspension une abondance considérable d'albuminoïdes concrétées en granulations sphériques ou plutôt ovoïdes mesuant 1-2 μ. Les cas où la coagulation revêt cette forme granuleuse et laisse par conséquent le sang fluide en tout ou en partie, ne sont probablement pas très rares, même en dehors de l'état de maladie. Elle est peut-être normale chez les Cétacés où les albuminoïdes du plasma se concrètent après la mort en filaments courts ayant la forme de bâtonnets qu'on trouve adhérents aux éléments figurés du sang. C'est peut-être aussi à une coagulation du même genre qu'il faudrait rapporter le phénomène signalé par J. Addison (Voy. Pouchet et Tourneux, *Précis d'histologie*).

(2) *Recherches de morphologie synthétique* (Verhondeling d. k. Akad. v. wett. Amsterdam, 1873).

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

Saint-Denis. — Imprimerie Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

MÉMOIRE

SUR

LES ARGAS DE PERSE

PAR MM.

A. LABOULBÈNE,

Professeur à la Faculté de médecine de Paris, membre de l'Académie de médecine, etc.,

P. MÉGNIN,

Membre de la Société de biologie, lauréat de l'Institut.

(PLANCHES XXI A XXIII.)

I

GÉNÉRALITÉS SUR LES ARGAS

Hermann (1) est le premier qui ait distrait du genre *Acarus* de Linné de grandes espèces de Mites qu'on nommait vulgairement Tiques, qui vivent en parasite sur d'autres animaux dont elles sucent le sang, et qui ont le corps aplati, de forme ovale, de consistance plus ou moins tenace, avec un rostre composé de trois parties dentelées. Il groupa dans son genre *Cynorhœstes* (2), nom qu'Aristote avait déjà donné aux Tiques qui s'attachent aux chiens, celles de ces espèces qui ont la trompe terminale, les antennes (palpes) en massue, les pattes insérées au bord antérieur du corps et terminées par une paire de griffes accompagnées d'une espèce de ventouse. Dans son genre *Rhynchoprion* (3) se trouvèrent comprises celles qui ont la

(1) J.-F. Hermann, *Mémoire aptérologique*, Strasbourg, 1804.

(2) De κυνοραιστης qui tourmente les chiens. (Aristot. *Histor. anim.*, v., 31.)

(3) *Rhynchoprion* bec en scie, de ρυγχος bec, πρίων scie (Herm. *Mém. apt.* p. 69). Le terme *Rhynchoprion*, rejeté ou non adopté par Latreille, a été repris par Karsten, sans aucune nécessité, pour la désignation générique du *Pulex penetrans* de Linné. L'un de nous a fait voir combien cette exhumation d'un terme abandonné et prêtant à controverses, puisque tous les Pulicides ont les mandibules dentées en scie, était inutile alors que Guérin-Méneville et Westwood avaient, antérieurement à Karsten, placé la Chique, ou Puce pénétrante, dans un genre *Dermatophilus* ou *Sarcopsylla*. (A. Laboulbène, *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*, t. XVI, p. 239, 1874.)

trompe infère, les antennes en massue remplacées par des antennes grêles et articulées, des pieds plus grêles insérés sous le corps et terminés par une paire de griffes sans ventouse.

Latreille adopta dans son *Genera* les divisions d'Hermann mais il remania les genres en leur donnant des noms plus euphoniques et qui ont été généralement admis ; les *Cynorhœstes* furent répartis dans les *Ixodes* (1) et les *Rhynchoprions* dans les *Argas* (2).

Jusqu'à Dugès (3) ces deux genres restèrent voisins, mais cet auteur ayant créé une division des Acariens par familles, basée exclusivement sur la forme des palpes, il ne comprit dans sa famille des Ixodés, qui était caractérisée par *des palpes valvés*, que les seuls Ixodes, et relégua les Argas dans la famille des Gamasidés, laquelle avait pour caractères « *des palpes filiformes à quatre ou cinq articles.* »

L'un de nous, dans un ouvrage récent (4), a remis les Argas à leur place naturelle, dans la famille des IXODIDÉS qu'il caractérise ainsi :

« *Acariens à* ROSTRE *composé* : 1° *de deux* Maxilles *soudées dans toute leur longueur à une languette et à une lèvre, formant, en un tout indivis, un dard rigide, lancéolé ou spatuliforme, armé inférieurement et quelquefois sur ses bords de dents à pointes rétrogrades en séries et en nombre variable suivant les espèces et les genres*; 2° *de deux* Palpes maxillaires *quadri-articulés, cylindriques, aplatis ou creusés en gouttière à leur bord interne de manière à former par leur rapprochement une gaîne à deux valves enveloppant le dard dans le repos;* 3° *de deux* Mandibules *terminées en un harpon à triple ou quadruple crochets inégaux, articulé à l'extrémité d'une longue tige glissant à la face supérieure du dard barbelé et enveloppée ou non d'une gaîne membraneuse chagrinée. Le* ROSTRE *est infère ou terminal ; dans le premier cas il s'insère directement au tégument, dans le second cas il s'articule à un Écusson céphalothoracique, polygonal, de couleur, de forme et d'ornementation variant selon les espèces, petit et ne dépassant pas le thorax chez les femelles, grand et couvrant toute la face su-*

(1) *Ixodes*, de ιξοδες visqueux, gluant.
(2) *Argas*, de αργας nom d'un animal regardé comme funeste par les Grecs.
(3) Dugès, *Mémoire sur l'ordre des Acariens.* Ann. sc. natur., 1844. Paris.
(4) Mégnin. *Les parasites et les Maladies parasitaires.* Paris, G. Masson, 1880.

périeure du corps chez les mâles et portant près du bord latéral, à la hauteur de la deuxième paire de pattes, chez les mâles et les femelles de certaines espèces, une paire d'yeux.

« PATTES *à six articles, dont les hanches immobiles sont fixées directement sur le tégument thoracique et terminées par un ambulacre composé d'une paire de crochets accompagnés quelquefois d'une caroncule en éventail.*

« SYSTÈME RESPIRATOIRE TRACHÉEN *aboutissant à une paire de* Stigmates *situés en arrière des hanches de la dernière paire de pattes ou entre et en dehors des deux dernières hanches; cet appareil est absent chez les larves.*

« APPAREIL DIGESTIF *sacciforme, multidigité.*

« APPAREIL SEXUEL *s'ouvrant à la base du rostre, inférieurement, chez les deux sexes. — Génération ovipare, larves hexapodes.* »

La famille des IXODIDÉS se divise en deux tribus : celle des IXODIDES et celle des ARGASIDES.

La tribu des IXODIDES correspond à la famille du *Ixodés* de Dugés et à la tribu des *Ixodides* de Leach et Sondeval; elle comprend tous les Ixodidés à palpes maxillaires en massue, valvés ou plats, non cylindriques et à rostre terminal articulé à un écusson.

On a déjà essayé de subdiviser en plusieurs coupes génériques le genre IXODES qui constitue à lui seul la tribu des Ixodides; ainsi Koch (1) l'a partagé en quatre genres qui sont :

Le genre *Hyalomma*	comprenant	16 espèces,
Le genre *Hæmalostor*	—	1 espèce,
Le genre *Amblyomma*	—	47 espèces,
Et le genre *Ixodes*	—	32 espèces.

Comme les différences invoquées par Koch pour justifier cette division sont le plus souvent des différences sexuelles ou dépendant de l'âge et que ses innombrables espèces n'ont pour base le plus souvent, que les différences d'un habitat des plus inconstants, nous ne citons la tentative de Koch que pour mémoire et nous continuerons à considérer la tribu des Ixodides comme composée du seul genre *Ixodes* qui concentre en lui seul tous les caractères de la tribu. (Pour l'énumération complète des caractères nous renvoyons à l'ouvrage précité.)

(1) *Archives d'Erichson.*

La tribu des Argasides comprend les Ixodidés privés d'écusson et dont les palpes maxillaires sont cylindriques, composés de quatre articles sensiblement égaux et très mobiles les uns sur les autres. Comme les autres Ixodidés ils ont un dard maxillo-labial denté inférieurement et sur la face supérieure duquel glisse une paire de mandibules, à jeu indépendant, composées d'une longue tige plate et étroite à l'extrémité de laquelle est articulé un harpon tri ou quadri-denté à dents rétrogrades. (La figure 1 ci-contre montre un rostre d'*Argas réfléchi* (A) et à côté



Fig. 1.

un palpe de l'*Ixode de Dugès* (B) pour montrer, par comparaison, la différence qu'il y a entre les palpes d'Argas et les palpes d'Ixodes.)

Les mœurs des Argasides sont les mêmes que celles des autres Ixodidés, c'est-à-dire qu'ils vivent de sang qu'ils absorbent après avoir enfoncé leur dard et leurs mandibules barbelées dans les téguments de leurs victimes, quadrupèdes, oiseaux, ou reptiles; cette habitude est même plus évidente à tous les âges que chez les Ixodides, au moins chez l'espèce européenne l'Argas réfléchi.

La tribu des Argasides ne comprend qu'un seul genre : le genre Argas (Latreille) qui a les caractères suivants :

Ixodidés à corps aplati, trapézoïdal, rectangulaire, ovoïde ou lyriforme, à téguments fortement chagrinés et très résistants chez les adultes et finement striés chez les jeunes, sans écusson. Rostre infère, situé en dessous de la partie antérieure et avancée du corps, à mâchoires et à lèvres confondues en un dard avancé garni inférieurement de rangées de dents à pointes rétrogrades;

palpes maxillaires cylindriques, à quatre articles sub-égaux très mobiles les uns sur les autres; mandibules en forme de baguettes allongées, glissant sur la face supérieure du dard et terminées par une pointe de harpon tri ou quadri-dentée, articulée à l'extrémité de la tige. Pattes insérées sous le corps en arrière du rostre, en deux rangées, à six articles, à hanches des trois dernières paires contigues, à tarse cylindrique ou cylindro-conique, quelquefois gibbeux, terminé par un ambulacre à caroncule avortée et à deux grands crochets arqués. Une paire d'yeux simples ou nuls.

Ce genre renferme une espèce indigène bien connue et plusieurs espèces exotiques dont l'étude est à reprendre.

L'espèce indigène est la suivante que nous décrivons complètement et que nous figurons afin qu'elle puisse servir de terme de comparaison aux espèces de Perse qui font l'objet principal de ce mémoire.

Argas bordé *(Argas marginatus*, Latreille, Syn. *Rhynchoprion columbæ* Herm.).

Cet Argas, signalé, décrit et figuré pour la première fois par Hermann a les caractères suivants :

Caractères communs aux deux sexes. — Rostre infère, long



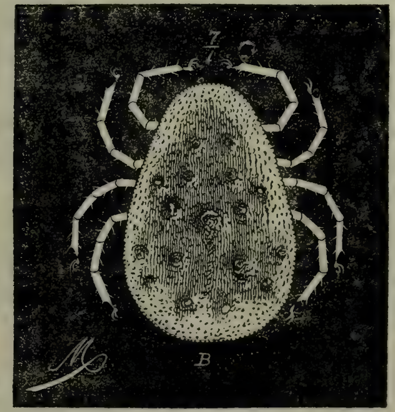


Fig. 2.

de 1^{mm},90, à dard long de 1 millimètre, présentant à sa face inférieure deux rangs de dents de chaque côté de la ligne médiane avec un commencement de troisième rang tout près de la

pointe qui est tronquée, arrondie (fig. 1, A, *d*). Mandibules terminées par un harpon articulé à trois dents inégales diminuant de grandeur de la base à la pointe (même fig. *mb*, *mb*); palpes maxillaires à quatre articles cylindriques, le deuxième et le quatrième plus grands, les trois derniers portant chacun trois ou quatre poils ou soies, et le dernier, en plus, un petit bouquet de trois petits cires terminal (même fig. P). Pattes à six articles terminées par une tarse cylindro-conique, à ambulacre, composé de deux grands ongles courbés portés sur un petit pédoncule, et accompagnés d'une petite caroncule avortée presque nulle; les hanches, dont les trois dernières sont contiguës, sont recouvertes d'un tégument rugueux, chagriné, analogue à celui du reste du corps qui est fortement chagriné et résistant chez les adultes, lisse, finement strié en travers chez les nymphes et les larves; anus au milieu de la face inférieure. Yeux nuls (fig. 2, A et B ci-contre).

Femelle fécondée. — Longue de 5 millimètres, large de 3, (ces dimensions augmentent d'un quart lorsqu'elle est repue); corps ovoïde, un peu piriforme, déprimé de dessus en dessous, à faces supérieure et inférieure, surtout la première, incurvées, les bords, toujours carénés, de couleur jaunâtre, montrant par transparence les digitations de l'appareil digestif sous forme de digitations irrégulières, rayonnant d'arrière en avant, de couleur noir violet due au sang aspiré qui les remplit. Ces digitations, ou cœcums de l'estomac, cessent d'être distinctes lorsque l'animal est bien repu, parce qu'elles se touchent; il est alors d'une couleur uniforme noir violet avec les bords du corps jaunâtres.

Mâle. — Long de 4 millimètres, large de 3 millimètres, plus régulièrement ovoïde que la femelle, ne s'en distingue que par sa plus petite taille et par la position du pore génital qui est sur la ligne médiane de la face inférieure à la hauteur de la troisième paire de pattes, tandis que la femelle a l'ouverture extérieure de son oviducte tout près de la base du rostre. La couleur du mâle est uniformément brune.

Nymphe. — De la taille du mâle, ne s'en distingue que par l'absence d'organes sexuels.

Larve. — Hexapode, longue de 0^{mm},50 à 2 millimètres presqu'orbiculaire aussi large que longue, de couleur testacée chez

les toutes jeunes larves et de couleur brune chez les larves plus âgées qui ont absorbé du sang.

Œuf. — Long de $0^{mm},50$, large de $0^{mm},35$ régulièrement ovoïde et de couleur jaunâtre foncée.

Habitat. — L'Argas bordé habite surtout les colombiers d'où il se répand sur les pigeons quelquefois en grande quantité et surtout sur les jeunes dont il amène la mort par épuisement. Latreille dit l'avoir trouvé errant dans les habitations et l'un de nous en a reçu des exemplaires d'un naturaliste de Strasbourg qui les avait recueillis sur les vêtemeuts d'une personne. Quand les Argas ont sucé du sang, il peuvent vivre longtemps sans manger ; Hermann en a conservé un dans cet état pendant plus de huit mois dans un verre, et qui fut privé de nourriture pendant tout ce temps. Pendant des années, l'un de nous en a cherché inutilement en France chez de nombreux éleveurs de pigeons sans réussir à s'en procurer et obligé, pour pouvoir l'étudier, d'en demander au professeur Rivolta, de Pise, quand, l'année dernière, il a pu en récolter des centaines d'exemplaires dans un colombier des environs de Paris.

L'Argas bordé est la seule espèce de ce genre que nous connaissions en France. On a regardé comme un jeune Argas un acarien hexapode, évidemment de la famille des Ixodidés par la structure de son rostre, qui présente aussi des palpes cylindriques, et qui avait été nommé *Caris* par Latreille. Cet ixodidé, qui se trouve en parasite chez les chauve-souris, n'est autre, ainsi que nous nous en sommes assuré, qu'une larve d'une espèce d'Ixode qui se trouve aussi à l'état adulte sur les mêmes micro-mammifères.

Plusieurs espèces d'Argas exotiques ont été signalés et plus ou moins incomplètement décrits et figurés par différents auteurs ; tous ont besoin d'être étudiés de nouveau et nous allons les énumérer.

L'Argas d'Amérique (*Acarus americanus* Linn ; *Acarus nigua*, de Geer), est le *chinche* de l'Amérique centrale, qui habite les masures et les cases abandonnées et qui est bien connu des voyageurs. P. Gervais l'avait classé parmi les Ixodes, mais c'est bien un Argas, ainsi qu'Hermann le pensait en le classant dans son genre Rhynchoprion, et ainsi que le prouve un dessin d'après nature fait par Nicolet père pour accompagner une

nouvelle étude de ce parasite, publiée dans le *Journal de Zoologie*, de Guérin-Méneville, par J. Goudot, qui l'avait recueilli en Colombie.

Cet Argas paraît avoir des habitudes analogues à celles de l'*Argas persicus* dont nous parlerons ci-après et il attaque à la fois l'homme et les animaux endormis.

L'Argas de Maurice (*Argas mauritianus*) est un Argas que Guerin-Méneville figure dans son *Iconographie*, *Arach.*, pl. 6, fig. 3, et qui paraît très voisin de notre *Argas réfléchi*. Il vit sur les poules de l'île Maurice et occasionne dans quelques basses-cours des pertes considérables.

L'argas de Savigny (*Argas Savignyi*, P. Gerv.) est un argas étudié en Egypte par Savigny et dont Audouin a donné la description d'après les dessins de cet auteur. Bien qu'Audouin le regarde comme le même que l'*Argas persicus*, il doit être d'une espèce différente. Il a bien comme lui le dos chagriné et finement tuberculeux, mais au lieu d'être ovalaire à extrémité postérieure plus large que l'antérieure, il a l'extrémité antérieure plus large que la postérieure.

M. Gervais donne le nom d'*Argas de Fischer* à un Argas très élargi postérieurement et latéralement que Savigny a aussi étudié en Egypte. Il se pourrait que ce fût un mâle ou une nymphe du premier. C'est une question qu'on ne peut vider, M. Gervais n'en donnant que la figure d'après Savigny.

L'Argas de Perse (*Argas persicus*, Fischer). Celui-ci n'était connu que par un mémoire de M. Fischer de Waldheim, et encore très mal connu, lorsque de nombreux spécimens étant parvenus à l'un de nous, il nous a été possible de faire le présent mémoire sur cet intéressant parasite, et de plus nous avons reconnu l'existence de deux espèces parfaitement distinctes dans les exemplaires reçus de Perse.

II

LES ARGAS DE PERSE

Nous ne pouvons mieux faire, pour montrer l'état de nos connaissance jusqu'à ce jour, sur ce qu'on appelait l'*Argas de Perse*, que de résumer ici l'article du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales* paraissant sous la direction du Dr Decham-

bre, au mot ARGAS, et rédigé par l'un de nous (A. Laboulbène, *loc. cit.*, t. VI, p. 53-54, 1867).

« L'*Argas persicus*, qui a été comparé à une Punaise et qui, sous le nom de *Punaise de Miana* a acquis de la célébrité, est l'espèce la plus remarquable du genre *Argas*. On a exagéré beaucoup le danger de ses piqûres, on leur a attribué non seulement les douleurs très vives du moment, mais des suites désastreuses telles que la consomption et la mort. Cette nocuité de l'*Argas de Perse* ne me paraît pas établie sur des observations sérieuses. Il est indispensable de soumettre à un examen scientifique les faits de piqûres d'*Argas* ayant causé des accidents ; aussi pour provoquer ou par aider les investigations médicales à ce sujet, je vais rapporter les opinions principales qui ont été émises sur le danger des piqûres de l'*Argas persicus* ou *Punaise de Miana*.

« Dupré, voyageur en Perse, s'exprime ainsi au sujet de ces Arachnides :

« Il y a aussi une espèce de Teigne, nommée dans le pays *Malleh*, qui est fort à craindre parce que l'homme qui en est piqué tombe dans une consomption qui le fait dépérir à vue d'œil, surtout s'il ne se soumet pas sans restriction au régime dicté par l'expérience : c'est de s'abstenir de viandes et de boissons acides ou fermentées. Le sucre est regardé comme un spécifique contre la piqûre de cet insecte que l'on ne trouve pas dans les maisons nouvellement construites et que la clarté de la lumière éloigne dit-on des appartements » (*Voyage en Perse* fait dans les années 1807, 1808 et 1809, t. II, p. 324, Paris, 1809).

« Dix ans plus tard, Maurice Kotzebue parle en ces termes de l'*Argas persicus* :

« L'insecte dangereux que l'on appelle la *Punaise de Miana* mériterait les recherches d'un naturaliste exercé. Il est un peu plus grand que la Punaise d'Europe, d'un gris tirant sur le noir et parsemé sur le dos d'une multitude de points rouges. Il se cache dans les murailles et fréquente de préférence les vieilles. C'est là que les Punaises se trouvent en grande abondance et que leur piqûre est la plus dangereuse. Jamais elles ne se montrent en plein jour ; elles craignent aussi la lumière, cependant la clarté des lampes et des bougies ne les met pas toujours en fuite. Elles infectent Miana depuis un temps immé-

morial et se répandent jusque dans les environs, où elles sont un peu moins dangereuses. En hiver, elles restent immobiles dans les trous de murailles et, semblables à tous les animaux venimeux, c'est dans les grandes chaleurs de l'été que leur venin a le plus d'activité. Ce qu'il y a de plus merveilleux, même unique à l'égard de ces Punaises, c'est qu'elles n'attaquent pas les naturels, ou du moins, les piqûres qu'elles leur font, n'ont pas de suites plus graves que celles des Punaises d'Europe, mais en revanche elles font une guerre cruelle aux étrangers qui ont le malheur de passer une nuit à Miana, et souvent elles donnent la mort en moins de 24 heures ; j'en ai entendu raconter deux exemples.

« Les Anglais de Tauris m'ont unanimement déclaré qu'ils ont perdu à Miana un de leurs domestiques qui fut atteint par ces terribles insectes ; il éprouva bientôt dans tout son corps une chaleur violente, tomba dans une espèce de délire et expira enfin au milieu d'épouvantables convulsions. J'ai reçu d'autres informations non moins dignes de foi du colonel baron Wrède qui a servi longtemps avec distinction en Grunisie, et qui, il y a quelques années a été envoyée en Perse comme ambassadeur. Lorsqu'il passait à Miana la saison était fort avancée ; ne croyant rien avoir à craindre des Punaises, il y resta la nuit, mais avec la précaution de tenir une bougie allumée. Il n'éprouva aucun mal. Un cosaque de son escorte eut le lendemain matin une tache noire au pied, tint des propos délirants et tomba enfin dans un accès de fureur. Les habitants conseillèrent un remède usité en pareil cas : ce fut d'écorcher un bœuf et d'envelopper le pied du malade dans la peau encore chaude. On eut recours à cet expédient, mais cela ne servit de rien et le pauvre cosaque mourût dans une douloureuse agonie. On assure que ce moyen réussit ordinairement, mais il faut que le malade reste, pendant quarante jours, sans prendre autre chose que de l'eau sucrée et du miel. Comme je l'ai déjà dit, les naturels de Miana prennent sans danger ces Punaises dans leurs mains. Quel bonheur que ces formidables insectes ne se mettent point dans les habits, car ils seraient bientôt propagés par toute la Perse ! (*Voyage en Perse à la suite de l'Ambassade russe en* 1817, t. VIII, page 180, Paris, 1819.) »

« Fischer de Waldheim a publié, dans les *Mémoires de l'Aca-*

démie de Moscou, un travail sur l'*Argas de Perse* (Malleh de Mianeh) où sont rapportées les citations précédentes. Fischer admet la nocuité de l'*Argas persicus*. La planche accompagnant ce travail est médiocre. La lecture du mémoire de Fischer de Waldheim m'a laissé cette impression que la Punaise venimeuse de Miana a acquis plus de célébrité redoutable qu'elle n'en mérite (Voyez Gotthef Fischer de Waldheim, *Notice sur l'Argas de Perse*, avec planche Moscou, 1823).

« La description de l'*Argas persicus* donnée par Fischer de Waldheim est la suivante : corps ovalaire, allongé, plus retiré en avant que celui de la Punaise des lits auquel on l'a comparé, le dos garni de petits grains blanchâtres, comme chagriné ; le bord très peu ourlé, un peu échancré bi-latéralement en avant. Couleur d'un rouge sanguin clair, parsemé sur le dos de points élevés blancs ; pattes pâles.

« Cette description laisse beaucoup à désirer. De nouvelles et sérieuses recherches sont nécessaires. *J'avais recommandé au docteur Tholozan, quand il est parti pour la Perse, de vérifier les assertions émises sur la Punaise de Miana; je lui renouvelle ici ma demande au nom de la science.* »

M. le docteur Tholozan a si bien répondu à cet appel que, dans la séance de la *Société entomologique de France* du 27 juillet 1881, son correspondant et son ami faisait la communication suivante :

« Dans le Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales, à l'article *Argas*, publié en 1867 (t. VI, p. 54), j'avais demandé à mon ami M. le docteur Tholozan, médecin du shah de Perse de nous fixer, au nom de la science, sur les *punaises de Miana* ou *Miané*. Au mois de juin 1788 M. Tholozan me remit plusieurs de ces Arachnides accompagnées d'une lettre ; ces objets, par des circonstances fortuites, furent égarés, et il y a quelques jours seulement que j'ai pu les retrouver. A mon grand étonnement plusieurs de ces *Argas* étaient encore vivants après plus de trois années de jeûne complet et surtout d'incarcération étroite dans du coton et du papier. Je vais donner à la société commumunication des principaux passages de la lettre de M. le docteur Tholozan, puis je placerai les insectes sous ses yeux.

« J'aurais bien voulu vous ramener de la Perse quelques-unes » de ces merveilles dont les *Mille et une Nuits* dotent nos pays

» d'Orient ; à défaut de gros diamants et de rubis je ne vous rap-
» porte que des *Argas* pour votre microscope. La punaise de
» Chahroud-Bastam (à l'angle sud-est de la Caspienne et à trente
» lieues dans les terres) a une réputation aussi mauvaise que
» celle de Miané. Son nom de *Garib-guez* indique qu'elle ne
» touche qu'aux étrangers. La punaise du mouton que j'ai re-
» cueillie à Djemalabad, à cinq lieues au sud de Miané et de
» l'autre côté de la chaîne du Kaflankouh est tout à fait inno-
» cente suivant les uns et dangereuse selon d'autres. Croiriez-
» vous que je n'ai pu encore me faire une idée exacte des dan-
» gers de la piqûre de l'insecte de Miané ? J'ai recueilli beau-
» coup d'histoires de maladies singulières : fièvres intermit-
» tentes graves, sortes de fièvres récurrentes, etc. Les environs
» de Miané et de Chahroud sont très insalubres l'été, et c'est la
» seule saison où les étrangers courent le danger d'être piqués.

« L'opinion générale des médecins est que les accidents ob-
» servés tiennent au climat ; l'opinion bien enracinée des gens du
» pays est que cela provient de l'insecte.... Je n'ai pas eu le
» temps de mettre mes notes sur le papier... je tâcherai de les
» publier un jour... Je crois, comme vous qu'il serait très utile
» de connaître à fond les insectes désignés sous le nom de
» *Guérib-guez* (*sic*). Je vais tâcher de vous en envoyer de diffé-
» rentes provenances. »

» Je n'ai plus rien reçu, ajoute M. Laboulbène, qui ouvre les boîtes et déplie avec soin les enveloppes de papier et les plaques de coton où sont placés les Argas envoyés par M. le docteur Tholozan. On constate qu'un bon nombre sont encore vivants et se mettent à marcher.

« Notre collègue remet ces Arachnides à M. Mégnin, avec lequel il rédigera un travail avec figures pour fixer les espèces de *Garib-guez* ou *Guérib-guez*, car M. Tholozan emploie ces deux manières d'écrire le nom des punaises de Miana ou Miané. »

Comme il est dit dans la lettre ci-dessus citée de M. le docteur Tholozan, les Argas envoyés par lui provenaient de trois localités et formaient trois lots distincts : 1° un premier lot provenant de Chahroud-Bastam, à trente lieues au sud-est de la mer Caspienne ; 2° un deuxième lot provenant de Miané ; 3° et un troisième lot provenant de Djemalabad à cinq lieues de Miané. Les Ar as du premier lot, d'après l'étiquette dont les avait re-

vêtus M. le docteur Tholozan, portent en Perse le nom de *Guérib-guez*, et ceux du troisième lot celui de *Kéné* ou *Punaises des moutons*; ceux du deuxième lot sont les *Punaises de Miané*. L'examen que nous avons fait des individus de chacun des lots nous a prouvé qu'ils appartiennent à deux espèces bien distinctes On reconnaît facilement dans le lot étiqueté *Punaises de Miané*, l'ancien *Argas persicus* de Fischer dont les figures sont très reconnaissables. Les *Punaises de Mouton* ou *Kéné*, de Djemalabad, constituent une espèce parfaitement différente, bien qu'appartenant au même genre, nouvelle par conséquent et, que nous proposons de nommer *Argas Tholozani* en l'honneur du médecin du shah de Perse à l'obligeance duquel nous devons d'avoir pu faire l'étude complète de ces intéressants parasites; enfin, dans le lot de *Guérib-guez*, provenant de Chahroud-Bastam, nous avons trouvé un mélange des deux espèces ci-dessus, c'est-à-dire d'*Argas persicus* et d'*Argas Tholozani*.

Notons que dans le papier et le coton qui renfermait chaque lot nous avons trouvé des dépouilles prouvant que certains individus avaient mué dans leur prison pendant leur longue séquestration, que des femelles y avaient pondu et que de leurs œufs éclos étaient sortis des larves hexapodes qui, bien que mortes, nous ont permis d'étudier cet âge des Argas. Les femelles qui avaient pondu étaient mortes aussi, ainsi que les mâles, mais plusieurs jeunes femelles qui étaient sorties des enveloppes de nymphes, surtout celles de l'espèce *Argas Tholozani* étaient parfaitement vivantes et actives quoique très plates. Nous avons pu, par le moyen de quelques-unes d'entre elles, faire des expériences de piqûre sur des lapins et même sur l'un de nous en vérifiant ainsi le plus ou moins de fond que l'on pouvait faire sur les histoires dont ces parasites sont l'objet dans leur pays d'origine.

Nous allons maintenant décrire les deux espèces d'Argas de la Perse, à leurs différents âges, en nous aidant des figures d'après nature et grossies que l'un de nous a exécutées d'après les nombreux spécimens que nous avions en notre possession, ce qui nous a donné la latitude de faire plusieurs dissections complètes.

ARGAS PERSICUS (Fischer).

Punaise de Miané, punaise de Chahroud-Bastam, Guérib-guez.

(Pl. XXI.)

Corps en forme d'ove plus large en arrière qu'en avant, plat dans l'état de jeûne et de couleur jaunâtre terreuse, plus ou moins épaissi surtout au centre et de couleur noirâtre violacée à l'état de replétion, mais à bords toujours carénés et plus clairs; tégument résistant, chagriné, à demi-coriace, glabre, orné en dessus et en dessous de petits cercles déprimés et bordés, plus grands et ovales au milieu du corps et en dessus où ils forment six paires symétriques, plus petits et disposés en lignes rayonnantes sur le reste de la face dorsale et sur la face inférieure abdominale; formant une ligne continue en dessus où elle est simple et en dessous où elle est double, le long du bord du corps qui se trouve par suite finement festonné. Dard maxillo-labial tronqué portant quatre paires seulement de dents rétrogrades. Pattes grêles, chagrinées, presque glabres, terminées par un ambulacre de deux petits articles dont le terminal est bi-ongulé sans caroncule. Très petite paire de stigmates situés en dehors et entre les hanches des deux dernières paires de pattes.

Femelle adulte et ovigère de 7 à 10 millimètres de long sur 5 à 6 millimètres de large.

Mâle de 4 à 5 millimètres de long sur 3 à 3,5 millimètres de large.

La FEMELLE adulte et ovigère est quatre fois plus grande en surface que le mâle. Très aplatie quand elle est à jeun ou qu'elle a fini de pondre, son épaisseur devient sensiblement égale à la moitié de sa largeur quand elle vient de se gorger de sang, sans que cependant ses dimensions en longueur et en largeur aient sensiblement changé. Lorsqu'elle est à jeun son corps présente des dépressions symétriques séparées par des saillies correspondantes dont la position est constante (pl. XXI, fig. 1 et 2). En dessus existe tout autour du corps une dépression circulaire à un demi-millimètre du bord qui donne à ce bord l'apparence d'un ourlet, et vers l'extrémité postérieure neuf dépressions en éventail dont une impaire médiane et quatre de chaque côté,

qui vont en s'effaçant d'arrière en avant. En dessous, sur la ligne médiane, se voit une série de trois dépressions qui se suivent : une première sous l'épistome dans laquelle est logé le rostre ; une seconde plus large et plus longue sous-thoracique, séparée de la première par une saillie transversale, présentant en son milieu une fente bordée de deux lèvres plissées qui n'est autre que la vulve ; la troisième dépression, plus creuse en avant qu'en arrière, présente en avant une saillie percée d'une ouverture ronde fermée par deux clapets latéraux qui n'est autre que l'*anus*, lequel est situé presque au milieu du corps. De chaque côté de cette troisième dépression médiane on en voit deux autres qui lui sont obliques et disposées en éventail ; de chaque côté de la deuxième dépression médiane existent deux profonds sillons arqués à concavité intérieure du fond desquels émergent les éminences qui donnent insertion aux hanches ; ces sillons se continuent par des dépressions divergentes se dirigeant vers les côtés du corps, accompagnées en avant par une paire d'autres dépressions plus faibles.

Dans l'état de réplétion ces diverses dépressions s'effacent en grande partie mais sans disparaître complètement.

Le **Rostre**, constitué comme celui de tous les Argas, a un *dard maxillo-labial* à pointe échancrée (pl. XXI, fig. 3, *a*) et armé seulement de huit dents principales (fig. 4) disposées sur quatre rangées, deux de chaque côté du sillon médian ; en avant et en arrière de ces dents de petites rugosités tiennent lieu d'autres dents qui semblent avortées. Ce dard présente une paire de poils et on en voit une autre paire près de l'insertion des palpes maxillaires. Les deux articles basilaires des *palpes* (fig. 3, *c*) présentent aussi chacun un poil, le troisième deux et le terminal cinq, outre de petits cirres en massue qui se remarquent à l'extrémité tronquée de cet article et qui sont sans doute des organes très délicats du tact et peut être de l'odorat.

L'article terminal et mobile des *mandibules* (fig. 5 et 6) est armé de quatre dents à pointe rétrograde comme celles d'un harpon l'une de ces dents est indépendante des autres et situées à la face externe de l'organe.

Chaque *hanche* des **pattes** est insérée sur une éminence saillante qui est une dépendance du tégument, car elle en a toute la consistance, tandis que la hancheproprement dite est coriace

comme tous les autres articles des pattes. Cette *hanche*, en tronc de cône, s'articule avec le *trochanter*, qui est très petit, et celui-ci avec le *fémoral* qui est grand, cônico-cylindrique et arqué ; le *genual* et le *tibial*, qui suivent le fémoral, sont plus courts et presque égaux, quant au *tarse* (pl. XXI, fig. 9 et 10), le dernier article de la patte, il est aussi grand que le fémoral, cylindrique, présentant à son extrémité libre une tubérosité qui surplombe l'ambulacre ; chaque tarse des trois dernières paires présente une fausse articulation près de sa base (fig. 9) qui ne se voit pas à la première paire (fig. 10), de plus, ici, et en arrière de la tubérosité terminale, existe un organe constitué par une fossette recouverte d'un tympan, protégé par des poils, que l'un de nous a déjà signalé il y a longtemps chez les Gamases et les Ixodes et qui, d'après M. Haller, de Berne, serait un organe auditif. Il est certain que cet organe doit remplir un rôle très important, car la première paire de pattes, chez les Acariens que nous venons de nommer, joue le rôle d'une véritable palpe et est bien plus active que les autres. Le *tarse* se termine par un ambulacre composé de deux petits articles dont le terminal est armé de deux crochets arqués et aigus sans accompagnement de caroncule, il diffère en cela de l'ambulacre des Ixodes qui a une caroncule presque aussi longue que les ongles et qui se plisse en éventail.

Tous les articles des pattes sont grêles et chagrinés à leur surface. La première paire de pattes est la plus courte (3 millimètres), viennent ensuite la deuxième, puis la troisième, et la quatrième qui a 4 millimètres de long. En dehors des hanches des deux dernières paires de pattes se trouve une paire de **stigmates** (pl. XXI, fig. 7) très petits, constitués par une ouverture circulaire dont l'entrée est protégée par des cils bifides.

Les petits cercles (pl. XXI, fig. 8) déprimés et gauffrés disposés symétriquement sur les faces dorsales et post-abdominales, et plus nombreux sur les marges du corps, sont autant de bouches d'excrétion d'un organe aquifère sous-cutané composé d'un lacis de nombreux vaisseaux ; cet appareil existe aussi chez les Ixodes et on peut voir chacune de ces boucles se couvrant d'une gouttelette de rosée lorsque les fonctions de nutrition sont en grande activité, comme cela se voit chez les femelles fécondées et prêtes à pondre.

Les MALES présentent les mêmes particularités de stucture que les femelles, seulement sur une plus petite échelle. La principale différence se remarque dans la situation et la forme de l'organe sexuel qui, au lieu d'être constitué par une fente transversale à lèvres épaisses et plissées, placée tout près de la base du rostre, s'accuse par une éminence circulaire et située entre les hanches de la deuxième paire de pattes.

Les NYMPHES OCTOPODES ne diffèrent des mâles, dont elles ont la taille, que par l'absence d'organes génitaux.

Les LARVES (pl. XXIII, fig. 1) sont hexapodes, à rostre terminal, et mesurent, au sortir de l'œuf, $0^{mm},70$ de long sur $0^{mm},60$ de large, c'est-à-dire qu'elles sont presque circulaires; elles ont les téguments finement striés transversalement et assez transparents pour montrer les dispositions de l'estomac avec ses nombreux cœcums symétriques, savoir : trois de chaque côté qui se rendent aux pattes et quatre autres bifurqués disposés en éventail vers le bord postérieur du corps; quelques poils sont disposés symétriquement à la surface du corps. Elles manquent de stigmates.

L'ŒUF (pl. XXIII, fig. 2) est presque sphérique et a sensiblement les mêmes dimensions que la larve qui vient d'en sortir; il est de couleur jaune brunâtre avant l'éclosion, couleur qui est due à la matière vitelline dont on peut suivre facilement les phases de sectionnement et tout le développement embryonnaire. L'enveloppe de l'œuf, laissée par la larve qui en sort en la déchirant longitudinalement, est blanche, diaphane.

Les œufs sont loin d'être aussi nombreux chez les femelles d'Argas que chez les femelles d'Ixodes : tandis que celles-ci en pondent plusieurs milliers, les premières arrivent à peine à la centaine.

ARGAS THOLOZANI (Laboulbène et Mégnin)

Kéné des Persans

(Pl. XXII.)

Corps rectangulo-polygonal, arrondi postérieurement, anguleux antérieurement, à bords latéraux parallèles; plat à l'état de jeûne et de couleur jaunâtre terreuse, plus ou moins épaissi, surtout au centre, et de couleur foncée violacée à l'état de re-

plétion, à bords sub-carénés. Tégument résistant, chagriné, ne présentant pas les ornements en petits cercles disposés symétriquement qui caractérisent l'espèce précédente, mais montrant, à un grossissement d'une centaine de diamètre, un élégant gaufrage dessinant des mailles analogues à celles d'un filet ou d'une toile métallique, dans l'entrecroisement desquels sont implantés de fins poils. Dard maxillo-labial lancéolé, portant sur chacune de ses moitiés deux rangées de chacune neuf ou quatre dents, suivant le sexe. Pattes moins grêles et plus longues que dans l'espèce précédente à surface lisse et à poils plus longs, terminées par un ambulacre de deux petits articles dont le terminal porte deux crochets arqués sans caroncule, une paire de grands stigmates, à péritrème en écumoire, en dehors et entre les hanches des deux dernières paires de pattes.

Femelles adultes de 8 à 10 millimètres de long sur 4 à 5 millimètres de large.

Mâle de 4 à 5 millimètres de long sur 2 à 3 millimètres de large.

La FEMELLE adulte et ovigère (pl. XXII, fig. 1 et 2) est, comme dans l'espèce précédente, quatre fois plus grande en surface que la mâle. Très aplatie quand elle est à jeun, elle gagne en épaisseur plus de la moitié de sa largeur quand elle est repue, sans que ses dimensions en largeur et en longueur changent sensiblement. Comme dans l'espèce précédente aussi, quand cette femelle est à jeun, la surface de son corps présente des sillons ou dépressions qui ne disparaissent pas complètement quand elle est gorgée de sang : à la face supérieure du corps un sillon suit parallèlement les bords du corps qui présentent l'aspect d'un épais bourrelet de un demi-millimètre d'épaisseur; sur le céphalothorax on remarque trois petites dépressions formant les trois sommets d'un triangle, une médiane et deux latérales en arrière de celle-ci; au milieu de la face dorsale et de chaque côté de la ligne médiane, qui ici forme une surface un peu bombée, on remarque deux dépressions symétriques imitant le chiffre 5 à l'endroit et à l'envers; plus en arrière, deux sillons de même forme mais plus allongés s'étendent jusqu'au bord postérieur du corps et, entre les deux, sur la ligne médiane, existe un sillon droit plus creusé à ses extrémités; à la face inférieure du corps le rostre est entouré par un bourrelet, bordé de sillons, qui lui forme un

cadre pentagonal presque complet car ce cadre est ouvert en avant sous la pointe de l'épistome; les côtés de ce cadre peuvent être comparés aux *joues* que M. le professeur Ch. Robin a signalé chez les Sarcoptes. Les éminences basilaires des trois dernières pattes sont contiguës et groupées dans un sillon commun; les éminences basilaires de la première paire de pattes en sont séparées et sont logées chacune dans une dépression. La vulve forme une saillie fendue transversalement à la hauteur des hanches de la deuxième paire de pattes. Enfin l'anus se trouve dans une dépression formant en avant une demi-lune, se prolongeant en arrière par un sillon impair et médian, lequel se divise, au milieu de la surface post-abdominale, en deux branches divergentes formant une accolade transversale. Dans l'état de replétion, ces divers sillons ou dépressions s'effacent presque totalement, mais sans disparaître tout à fait.

Le **Rostre** (pl. XXII, fig. 3) est constitué des mêmes éléments que chez tous les Ixodidés. Le *dard maxillo-labial* est lancéolé, armé de quatre rangs de chacun neuf dents à pointes rétrogades, plus fortes dans les deux rangs externes; en avant et en arrière de chacune de ces rangées de neuf dents, se trouve un rudiment de dent supplémentaire; à la base du dard se trouvent deux paires de poils sur une même ligne transversale (ils ne sont pas indiqués dans la figure). Les *palpes* sont de quatre articles décroissant de dimension de la base au sommet et portant chacun trois poils; le terminal porte en plus à son extrémité trois petits cirres coniques qui servent d'organe de tact. Les *mandibules* sont aussi terminées par un article mobile armé de quatre dents à pointes rétrogrades dont trois sur une même ligne, et la quatrième, qui fait corps avec la dent inférieure, située sur la face externe de cette pièce.

Chaque *hanche* des **pattes** s'insère sur une éminence conoïde qui est une dépendance du tégument, bien qu'elle semble faire partie du membre; cette éminence basilaire, dans la première patte, est indépendante des éminences basilaires des trois autres pattes qui sont réunies en un seul groupe de chaque côté. La hanche, en tronc de cône et en chitine dure comme tous les articles des pattes et les pièces du rostre, s'articule par sa petite extrémité avec un petit *trochanter* court et étroit; celui-ci à un *fémoral* long, conico-cylindrique et un peu arqué; le *génual* et

le *tibial* sont à peu près semblables et moins longs que le fémoral et que le *tarse* qui est aussi un peu plus court que ce dernier. Le *tarse*, dans les trois dernières paires de pattes, présente une fausse articulation près de sa base (pl. XXXI, fig. 10) et à son extrémité libre une tubérosité qui surplombe l'ambulacre; dans la première paire de pattes, le tarse ne présente pas de fausse articulation près de sa base (pl. XXII, fig. 9), mais deux gibbosités successives sur son côté externe ; c'est entre ces deux gibbosités que se trouve l'organe, qui, pour M. Haller, est un organe auditif et qui est semblable à celui de l'espèce précédente. Les tarses sont tous terminés par un ambulacre composé de deux petits articles dont le terminal, spatulé, est armé de deux griffes arquées et aiguës, mais sans caroncule. Tous les articles des pattes sont lisses à leur surface et semés d'assez nombreux poils courts mais plus longs que dans l'espèce précédente.

Les pattes sont inégales : les plus courtes sont les intermédiaires qui ont 3 millimètres de long, puis viennent celles de la première paire qui ont 4 millimètres, et enfin celles de la cinquième ont 5 millimètres.

En dehors des deux dernières hanches et entre elles se trouve une paire de *stigmates* (pl. XXII, fig. 7), à large péritrème scutiforme percé en écumoire et échancré pour donner lieu à une ouverture dont l'entrée est protégée par des cils, les uns longs et simples, les autres courts et en brosse.

Le tégument paraît finement chagriné à l'œil nu ; à un grossissement d'une centaine de diamètre, il se montre élégamment réticulé, avec de fins poils insérés à l'intersection des mailles qui forment les saillies par leur entrecroisement (pl. XXII, fig. 8) ; quelques dépressions plus grandes jouent le rôle des cercles gauffrés que nous avons décrits dans la première espèce et qui sont les bouches d'un appareil excréteur aquifère sous-cutané.

Le MALE présente les mêmes particularités de structure que la femelle, seulement il n'a que la moitié de sa taille en tous sens; l'organe sexuel forme une saillie ovale, longitudinale, à la hauteur des hanches de la 2e paire de pattes, percée à son centre d'une petite ouverture circulaire à bords plissés. Il y a encore une différence capitale qui permet de distinguer les mâles des jeunes femelles de même taille, c'est la forme du dard qui est

moins lancéolé et qui ne présente que quatre dents méritant ce nom à chaque rangée, les autres étant réduites à l'état de petits tubercules aigus semés irrégulièrement.

Les NYMPHES octopodes, ressemblent aux mâles pour la taille et pour la forme, mais s'en distinguent par l'absence d'organe sexuel et par la forme du dard qui ressemble à celui de la femelle quand la nymphe est destinée à donner des femelles après sa mue, et à celui du mâle quand elle doit donner des mâles.

Les LARVES sont hexapodes (pl. XXIII fig. 3), à rostre terminal et mesurent, au sortir de l'œuf, 1^{mm} de long sur $0^{mm}50$ de large, c'est-à-dire qu'elles sont plus allongées que dans l'espèce précédente ; elles ont le tégument finement strié et ces stries décrivent des ondulations parallèles et transversales ; trois paires de poils se remarquent en avant près de la base du rostre et trois autres paires au bord abdominal postérieur ; un petit écusson circulaire chitineux est dessiné sur la céphalo-thorax. Enfin, à travers les téguments qui sont transparents on voit les méandres de l'organe digestif qui a une disposition beaucoup moins rayonnée que dans l'espèce précédente : il n'y a que deux cœcums en arrière et ceux qui se rendent aux membres partent d'une anastomose en 8 de chiffre couché qui représente l'estomac.

L'ŒUF (pl. XXIII fig. 4) est plus ovoïde que celui de l'*Argas persicus,* il mesure $0^{m}80^{m}$ de long sur $0^{m}60^{m}$ de large et est de couleur brun jaunâtre. Comme dans l'espèce précédente les œufs pondus par chaque femelle ne paraissent pas nombreux et ne semblent pas dépasser une centaine.

III

VITALITÉ DES ARGAS DE PERSE.

Ainsi que nous le disions au commencement de ce mémoire, un hazard très heureux nous a permis de constater la résistance étonnante à la mort des Argas de Perse d'un certain âge. Quatre ans après leur récolte en Perse par le Dr Tholozan et sans avoir pris un atome de nourriture, plusieurs individus des deux espèces étaient, et nous pouvons dire, sont encore vivants, au moment où paraissent ces lignes. En examinant

le contenu des prisons qui ont renfermé les Argas pendant tout ce long espace de temps nous voyons que les femelles adultes qui ont pondu, que les larves qui sont sorties de leurs œufs, que les mâles et que les nymphes octopodes sont tous morts et que les seuls individus vivants sont de jeunes femelles fécondées, qui sans doute aussi ont mué car il y a des dépouilles de mues avec les restes des autres âges.

Nous ne sachons pas qu'aucun être vivant ait jamais présenté le phénomène d'un jeûne aussi prolongé sans être suivi de mort, et ce n'est pas une vie latente comme celle des rotifères desséchés, où celle des reptiles hybernants, c'est une vie active où il y a dépense de mouvement car on voit ces Argas se promener dans le tube qui les renferme, et celà d'autant plus vivement que la température est plus élevée.

IV

NOCUITÉ DES ARGAS DE PERSE.

Nous avons vu plus haut que, sur la foi de Fischer de Waldheim, naturaliste russe qui le premier a fait connaître l'Argas de Perse, tous les auteurs de Zoologie médicale répètent que cet Argas attaque l'homme, que ses piqûres sont très douloureuses et capables d'entraîner la consomption et la mort. Dans la lettre adressée à l'un de nous (M. le prof. Laboulbène), M. le docteur Tholozan rapporte que le vulgaire, en Perse, regarde ce parasite comme très dangereux et fatal aux étrangers comme l'indique son nom de *Guérib-guez;* on lui attribue le développement de fièvres intermittantes graves, de fièvres récurrentes, etc., il a recueilli une foule d'histoire sur cet Argas et, en somme, il avoue n'être nullement fixé sur les dangers des piqûres des *Punaises de Miana.*

En ce qui regarde l'ancienne espèce de Fischer, la démonstration de l'inocuité de sa piqûre a été faite il y a plusieurs années par M. le docteur Fumouze, qui a nourri pendant longtemps un individu femelle, arrivé vivant en France dans des laines de Perse, en lui faisant piquer de temps en temps un lapin qui ne s'en portait pas plus mal. L'un de nous a répété la même expérience sur le même rongeur, avec quelques-uns de nos individus vivants des deux espèces d'Argas de Perse.

Encouragé par ces résultats, il (P. Mégnin) n'a pas craint de répéter la même expérience sur lui-même, car il était intéressant de vérifier si les effets de piqûres d'Argas étaient les mêmes chez l'homme que chez le lapin.

Le 28 avril dernier (1882) il a déposé sur le dos de sa main gauche et couvert par un verre de montre, un *Argas Tholozani* femelle (le mieux armé des Argas de Perse), laquel n'a pas tardé à implanter son rostre dans la peau et à se mettre en devoir de se gorger de sang. Sa piqûre, au point de vue de la douleur provoquée, est exactement semblable à celle d'une sangsue, peut-être même un peu plus faible. Au bout d'une demi-heure il était assouvi et retirait son bec de la blessure qu'il avait faite; il était devenu très replet, ses rides et ses plis s'étaient presqu'entièrement effacés, il était devenu assez épais, mais ses dimensions en longueur et en largeur n'avaient pas sensiblement changé; il n'avait pas fait comme les Ixodes qui décuplent de volume; — il est vrai que ceux-ci restent fixés sur leur victime, occupés à sucer, pendant plusieurs jours, tandis que l'Argas était resté à peine une trentaine de minutes; ce temps a suffi néanmoins pour qu'il ait pu être vu en fonction par plusieurs personnes.

Une fois repu, cet Argas, au lieu de sa couleur jaunâtre terreuse, a pris une couleur violacée foncée et il est facile de le distinguer de ses compagnons à jeun depuis quatre ans au milieu desquels il a été replacé.

Pendant l'heure qui a suivi le détachement de l'Argas, l'expérimentateur a encore éprouvé des picotements comme quand le parasite était en fonction, puis cette sensation à tout à fait disparu. Au point piqué, une gouttelette de sang s'est coagulée et, tout autour, sur un diamètre de six millimètres, une ecchymose violette s'est dessinée persistant pendant trois jours pendant lesquels elle s'est effacée graduellement.

Pendant les quinze jours qui ont suivi, une certaine démangeaison se produisait de temps en temps au point piqué, et elle était quelquefois assez vive pour qu'il fut difficile de résister à l'envie de se gratter; ces grattages ont amené le développement d'une petite papule rosée, qui, trois semaines après le début de l'expérience ne paraissait pas encore en voie de disparition; six semaines après elle était tout à fait guérie.

Voilà toutes les sensations éprouvées et tous les effets produits par la piqûre d'un Argas de Perse chez l'homme.

Il est donc suffisamment démontré, nous pensons, par cette expérience, que tout ce qu'on a dit sur les propriétés dangereuses des Argas de Perse à l'égard de l'homme sont des fables et que leur action nocive est en tout comparable à celle bien connue de nos Ixodes indigènes qui s'attachent, comme on sait, particulièrement aux chiens, mais qui ne dédaignent pas les autres animaux domestiques ou sauvages et même l'homme.

Ils pourraient cependant être dangereux dans certains cas, à la manière de quelques mouches : c'est quand, après s'être repus sur un animal charbonneux par exemple ils viendraient ensuite à piquer l'homme, ils lui transmettraient alors le charbon ; mais, par eux-mêmes, ils n'ont pas de propriétés dangereuses.

Note additionnelle. — Dans une des dernières séances de la Société entomologique de France, l'un de nous (A. Laboulbène) a communiqué une observation de M. le docteur Chatelin, de Charleville, sur la nocuité de l'*Argas reflexus* (séance du 24 mai 1882). Un enfant, et le père de cet enfant, piqués par cet Argas sur diverses parties du corps, ont éprouvé de la douleur et présenté un œdème assez persistant. Ces Argas indigènes provenaient d'un colombier placé au-dessus de l'habitation, colombier qu'ils avaient jadis infesté. Les pigeons, attaqués par les parasites, avaient été enlevés depuis six ans ; malgré la désinfection du colombier quelques *Argas* avaient survécu depuis ce très long espace de temps.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche XXI.

Fig. 1. — *Argas persicus* de Fischer, femelle, face inférieure ; grossissement 10 diamètres.

Fig. 2. — La même, face supérieure.

Fig. 3. — Son rostre : *a* le dard maxillo-labial, *b* les mandibules, *c* les palpes maxillaires ; grossissement 50 diam.

Fig. 4. — Le dard maxillo-labial isolé, grossi 80 diam.

Fig. 5. — Une mandibule isolée, grossie 50 diam.

Fig. 6. — L'article terminal d'une mandibule vu de face et de profil.
Fig. 7. — Un stigmate respiratoire, grossi 50 diam.
Fig. 8. — Un des cercles gauffrés du tégument, grossi 150 diam.
Fig. 9. — L'extrémité d'une patte des trois dernières paires grossie 40 diam.
Fig. 10. — Le tarse de la première paire, grossi 40 diam.

Planche XXII.

Fig. 1. — *Argas Tholozani* femelle, face inférieure; grossissement 10 diam.
Fig. 2. — La même, face supérieure; même grossissement.
Fig. 3. — Son rostre grossi 30 diam. : *a* le dard maxillo-labial, *b* l'extrémité des mandibules, *c* les palpes maxillaires, C article terminal d'un palpe.
Fig. 4. — Le dard maxillo-labial d'un mâle, isolé; grossissement 50 diam.
Fig. 5. — Le dard maxillo-labial d'une femelle, isolé; même grossissement.
Fig. 6. — L'article terminal d'une mandibule vu de deux côtés.
Fig. 7. — Un stigmate respiratoire; grossissement 50 diam.
Fig. 8. — Une portion du tégument au grossissement de 130 diam.
Fig. 9. — Le tarse d'une patte de la première paire, grossi 20 diam.
Fig. 10. — Le tarse d'une patte des trois dernières paires, même grossissement.

Planche XXIII.

Fig. 1. — Larve hexapode de l'*Argas persicus* à sa sortie de l'œuf; grossissement 50 diam.
Fig. 2. — Œuf du même Argas, au même grossissement.
Fig. 3. — Larve hexapode de l'*Argas Tholozani* à sa sortie de l'œuf, au grossissement de 50 diam.
Fig. 4. — Œuf du même *Argas*, au même grossissement.

SUR

L'ABSORPTION PAR LE PÉRITOINE

NOTIONS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

TIRÉES DE LA

RECHERCHE DES VOIES PARCOURUES PAR LES SUBSTANCES ABSORBÉES DANS L'ANIMAL VIVANT (1)

Par L. DUBAR et **Ch. REMY**
Ex-interne des hôpitaux de Paris. Agrégé à la Faculté de médecine.

(PLANCHES VI A VIII.)

(*Suite*) (2)

EXPÉRIENCES

Outre le numéro d'ordre, on trouvera en tête de chaque observation un chiffre romain *indiquant le nombre de fois que la même expérience a été répétée et a donné des résultats analogues.*

N° 1 (XVIII). — 24 *juillet* 1881, 2 heures de l'après-midi.

Injection dans la séreuse péritonéale de 60 grammes de la solution suivante :

Albumine	60 gr.
Eau distillée	1000 gr.
Chlorure de soude.	8 gr.
Carbonate de soude	2 gr.

à laquelle on ajoute :

5 grammes de carmin finement pulvérisé.

Le lapin meurt le lendemain 25, à 4 heures du soir.

Autopsie. — Tous les téguments ont une forte coloration rosée. Les muqueuses sont également rouges, particulièrement la conjonctive, la pituitaire, la muqueuse de la langue. Le tissu cellulaire sous-cutané dans différentes régions, aîne, aisselle, etc., est infiltré de sérosité rosée.

Le péritoine ne contient que quelques gouttes de liquide. Quelques anses d'intestin sont agglutinées, collées les unes aux autres par un liquide filant contenant de nombreux amas de grains de carmin. Tous les viscères contenus dans la cavité abdominale sont colorés en rose et montrent à leur surface des îlots de grains de carmin.

Les lymphatiques du mésentère, des méso, sont presque vides. Ils ne se traduisent que par des lignes rosées. On n'aperçoit pas ces lignes au niveau du péritoine pariétal.

(1) Toutes ces expériences ont été faites sur des lapins. Aux indications bibliographiques ajouter : G. et L. Hoggan. *Sur les lymphatiques des muscles* (sous-péritonéaux); dans ce recueil; 1879; p. 585 et pl.

(2) Voir le n° de janvier-février 1882, p. 60.

Le diaphragme est incrusté du côté de sa face ventrale, de nombreux amas de grains de carmin disposés irrégulièrement. Après lavage, un grand nombre de traînées de ces grains se remarque dans les espaces intertendineux du centre phrénique.

La poitrine est ouverte. Sur la face pleurale du diaphragme un certain nombre de lymphatiques sont bourrés de grains de carmin. Ils constituent de chaque côté en dehors du centre phrénique deux réseaux à mailles très larges qui s'étendent depuis l'appendice xyphoïde jusqu'aux piliers du diaphragme.

Le canal thoracique est presque vide. Il ne contient qu'un liquide rosé.

Les ganglions thoraciques, qui se voient au voisinage des deux troncs brachio-céphaliques veineux droit et gauche, et un ganglion du médiastin postérieur situé en arrière de l'aorte, sont distendus, gonflés et rouges.

La vessie est remplie d'urine très colorée en rose. Elle contient de nombreuses cellules dont le noyau est teinté en rose.

Examen histologique. — Examen du diaphragme du côté de la face ventrale. La présence des amas de grains de carmin gêne considérablement l'observation. On remarque cependant que ces grains sont disposés dans le centre phrénique suivant les espaces intertendineux et qu'ils semblent imprégner le centre phrénique. Des dépôts fibrineux gênent l'observation. Ces dépôts n'existent pas sur la face pleurale. Mais la préparation manque de transparence et de netteté.

Sur des coupes de ganglion thoracique examinées à un faible grossissement (60 D), on aperçoit les sinus périphériques distendus par des masses d'albumine et de carmin. Dans la substance médulaire du ganglion, les espaces lymphatiques contiennent de très nombreux grains de carmin. Quelques grains se remarquent dans la substance folliculaire en dehors des vaisseaux.

Poumons. — Quelques embolies de masse d'albumine et de carmin dans les artères, dans les capillaires sanguins.

Rate. — Nombreux grains de carmin dans les sinus sanguins.

Foie. — Sur des coupes examinées à 50 D, on aperçoit un semis de points rouges dans les lobules hépatiques. Ils sont disposés comme les rayons d'une roue depuis la veine centrale jusqu'à la périphérie du lobule. — A 150 ou 200°, on constate que les points rouges représentent les coupes de capillaires sanguins dont la lumière est obstruée par un coagulum rouge. La plupart de ces embolies carminées ont la forme d'étoiles à trois branches.

Rein. — Les lésions sont remarquables. Des embolies de grains de carmin de couleur rouge foncée existent en très grand nombre dans les vaisseaux sanguins de la substance médullaire. Elles sont moins abondantes dans la substance corticale, quoique très appréciables et assez volumineuses. Les tubuli de la substance médullaire sont occupés dans un très grand nombre de points par des coagulums colorés en rose, mais transparents. Il en est de même pour quelques tubuli en anse ou contournés de la substance corticale. Enfin quelques grains en petit nombre se montrent jusque dans les glomérales. La coupe de la substance médullaire du rein est fort intéressante à examiner. A un grossissement de 200 D, on voit les tibuli recti remplis de coagulum roses, les cellules épithéliales de ces tubuli également colorées, et dans l'intervalle des tubuli d'innombrables embolies vasculaires sous formes d'amas de grains sombres (V. fig. 7 et 8).

N° 2 (XVIII). — 27 *juillet* 1881, à 2 heures de l'après-midi.

Injection dans la séreuse péritonéale de la solution suivante :

Carmin finement pulvérisé.	5 gr.
Eau distillée.	60 gr.

Le lapin meurt le 28 dans la soirée.

Autopsie. — Les téguments sont rosés ainsi que les muqueuses, un peu moins cependant qu'avec l'injection albumino-carminée.

Le tissu cellulaire sous-cutané de différentes régions est distendu par une sérosité rosée.

Le péritoine ne contient pas de liquide. De nombreux amas de grains de carmin agglutinés par de la fibrine se voient à la surface des viscères abdominaux et à la face inférieure du diaphragme.

Les lymphatiques du mésentère, des meso, sont un peu teintés en rose. Sur quelques-uns on distingue vaguement des valvules.

La face ventrale du diaphragme est recouverte d'une couche de carmin que le lavage à l'eau ne parvient pas à faire disparaître.

La vessie est distendue par de l'urine colorée en rose.

Du côté de la poitrine, on trouve :

La face supérieure du diaphragme très rouge au niveau du centre phrénique. Quelques vaisseaux lymphatiques des réseaux latéraux contiennent des grains de carmin ; mais ils sont peu visibles.

Le canal thoracique contient des grains de carmin et une très faible quantité de lymphe couleur rose pâle.

Les ganglions thoraciques sont remplis de grains de carmin.

Examen histologique. — Rien de remarquable du côté du diaphragme.

Les coupes de ganglions injectés laissent bien apercevoir les sinus périphériques. Mais dans la substance médullaire, ces grains sont disséminés dans toute la substance.

Poumons. — Embolies de carmin rares dans les vaisseaux sanguins.

Rate. — Grains extrêmement nombreux dans les sinus sanguins. Un certain nombre se montre dans la substance folliculaire.

Foie. — L'injection des capillaires des lobules est très remarquable. Des masses colorées se voient dans toute l'épaisseur du lobule et jusque dans la veine centrale. Sur les coupes (à 200 D), ces embolies ont toujours l'aspect d'étoiles à trois branches.

Rein. — Embolies de grains de carmin dans les vaisseaux sanguins surtout dans la substance médullaire. Un petit nombre de canaliculi recti sont occupés par un coagulum rose.

N° 3 (IV). — 29 *juillet*, 1 heure de l'après-midi. Injection dans la séreuse péritonéale de 60 grammes de la solution suivante :

Albumine.	60 gr.
Eau distillée	1000 gr.
Chlorure de sodium.	8 gr.
Carbonate de soude.	2 gr.

5 grammes de carmin sont ajoutés aux 60 grammes.

Le lapin est sacrifié au bout de 3 heures par section du bulbe.

Autopsie. — La cavité péritonéale renferme une notable proportion du liquide injecté. Les vaisseaux lymphatiques du mesentère, des meso, sont distendus par un liquide rosé. Des troncs lymphatiques qui remontent sur les côtés de l'aorte abdominale contiennent un liquide blanchâtre. La citerne de Pecquet est très développée et est remplie par un liquide rose pâle.

La face ventrale du diaphragme peut être débarrassée par le lavage des grains de carmin qui la recouvrent. On voit alors le centre phrénique dont les trois folioles sont roses. Dans l'intervalle des faisceaux tendineux on constate la présence de nombreux grains de carmin.

Rien à signaler au niveau du péritoine pariétal ni du grand épiploon.

La vessie très développée renferme nne grande quantité d'urine rose pâle, fortement albumineuse.

La poitrine est ouverte. Les poumons sont liés au niveau de leur pédicule et retranchés. Une double ligature est également appliquée sur la veine cave inférieure. On aperçoit alors le canal thoracique sur le côté droit de l'aorte extrêmement distendu, bourré d'un liquide légèrement visqueux et de grains de carmin. Par une dissection attentive on peut le suivre depuis les piliers du diaphragme jusqu'à la veine sous-clavière gauche. Derrière le cœur le canal thoracique reçoit une branche très importante qui ramène la lymphe des ganglions thoraciques situés sur la face interne des premières côtes. Cet embranchement est également rempli d'un liquide rouge. Le thorax ainsi ouvert est complétement détaché, puis placé dans l'alcool et conservé. Dans l'alcool le canal thoracique et les ganglions deviennent durs comme solides, par le fait de la coagulation de l'albumine qu'ils contenaient. Les vaisseaux lymphatiques du diaphragme visibles du côté de la face pleurale apparaissent en relief.

Examen histologique. — Les vaisseaux lymphatiques du mésentère contiennent un liquide rose, mais pas trace de grains de carmin. Les vaisseaux sanguins du mésentère, les veines mésaraïques, la veine porte, contiennent quelques coagulums albumineux colorés en rose.

Les poumons montrent quelques embolies dans les capillaires sanguins.

Dans le foie, quelques rares embolies, ainsi que dans la rate.

Quelques embolies des vaisseaux sanguins des pyramides du rein, ainsi que de rares coagulums colorés en rose dans les tubuli recti.

N° 4 (I.) — 6 *août,* 2 heures de l'après-midi. Injection dans la séreuse péritonéale de :

Albumine	35 gr.
Eau	35 gr.

Nous pratiquons le catéthérisme de l'urèthre et nous constatons que l'urine ne contient pas d'albumine. Une heure plus tard, le même catéthérisme nous démontre la présence d'une notable proportion d'albumine. Au bout de 30 heures, l'urine contient une quantité considérable d'albumine. Le liquide par l'action de la chaleur et de l'acide nitrique montre de nombreux flocons albumineux.

Au bout de 48 heures, l'urine contient encore une quantité assez notable d'albumine.

Ce lapin guérit très bien.

N° 5 (II). — 6 *août*, à 2 heures de l'après-midi. Injection dans la séreuse péritonéale de 100 grammes de la solution suivante :

Albumine. . . .	60 gr.
Eau distillée. . .	1000 gr.

Nous y ajoutons 5 grammes de carmin.

A 4 heures, nous pratiquons sur la ligne blanche une incision de 8 centimètres ; nous attirons une anse d'intestin grêle et nous la disposons méthodiquement sur une plaque de liège convenablement taillée et percée d'un trou à son centre, de façon à pouvoir être placée sur la platine d'un microscope. Nous observons à 60 D.

Tout d'abord l'impulsion très forte de l'ondée sanguine dans les artères imprime des mouvements à la préparation et empêche de distinguer. Peu à peu les battements artériels diminuent sous l'influence du refroidissement. Les vaisseaux lymphatiques au voisinage de l'intestin grêle et ceux qui se trouvent sur les côtés des vaisseaux sanguins apparaissent d'une manière très nette. Bientôt nous distinguons leurs valvules et il nous est permis d'assister à la circulation de la lymphe. Cette lymphe est blanchâtre, à peine teintée en rose ; elle s'avance dans le vaisseau par mouvements saccadés et assez espacés, sans rapport avec les impulsions artérielles. Chaque fois qu'une poussée de lymphe a lieu, dans toute l'étendue du vaisseau lymphatique visible dans le champ du microscope, on voit les valvules minces, très allongées, s'entrouvrir modérément et livrer passage au flot. Dès que la poussée cesse, les extrémités valvulaires se rapprochent et souvent s'accolent.

L'observation au moyen d'un plus fort grossissement est très difficile, très pénible. Nous avons pu cependant apercevoir dans ces vaisseaux des globules blancs à un grossissement de 150 D.

A mesure que le refroidissement fait des progrès, la circulation sanguine devient de plus en plus lente ; les veines se congestionnent. Les réseaux capillaires bourrés de globules rouges crèvent et des hémorrhagies ont lieu. Bientôt toute circulation cesse aussi bien dans les vaisseaux sanguins que dans les lymphatiques. Toutefois nous avons pu voir encore quelques jets de lymphe traverser les voies lymphatiques alors que le sang stagnait dans presque tous les gros vaisseaux sanguins.

Cette expérience nous a permis de faire une autre constatation. En examinant la circulation capillaire sanguine du mésentère, nous avons été frappés du nombre considérable de globules de graisse de toute grosseur, la plupart ayant le volume d'une grosse tête d'épingle à un grossissement de 50 D, qui traversaient les capillaires sanguins de la veine porte. Ces globules de graisse très refringents ont passé ainsi pendant toute la durée de l'observation (plus d'une heure) sans interruption et toujours aussi nombreux.

Le lapin a été sacrifié à 5 heures et demie.

Autopsie. — Les anses intestinales qui ont servi à l'examen sont très con-

gestionnées. On aperçoit sur la plupart un grand nombre de points hémorrhagiques. Les lymphatiques sont très peu gorgés et ne contiennent qu'un liquide blanchâtre.

La vessie est vide.

Les vaisseaux lymphatiques du diaphragme sont vides. Il en est de même du canal thoracique.

Les ganglions sont assez distendus par du carmin. Il est probable que l'injection du ganglion s'est faite pendant que le ventre était fermé et qu'aussitôt l'ouverture abdominale pratiquée, l'absorption a cessé.

Examen histologique. — Congestion très intense de tous les viscères. Points hémorrhagiques dans le rein.

Poumons. — Quelques rares grains de carmin.

N° 6 (VII). — 6 août, à midi. Injection dans la séreuse péritonéale de 80 grammes de la solution suivante :

Albumine	60 gr.
Eau distillée	1,000 gr.
Chlorure de sodium	8 gr.
Carbonate de soude.	2 gr.

Nous ajoutons aux 80 gr. de la solution 5 grammes de carmin finement pulvérisé.

Mort le 7, à 5 heures de l'après-midi.

Autopsie. — Les anses intestinales sont agglutinées par un peu de liquide fibrineux contenant des amas de grains de carmin.

Le lavage ne peut débarrasser le péritoine de cette couche de fibrine et de carmin. Aussi n'aperçoit-on que d'une manière assez obscure les vaisseaux lymphatiques sous forme de ligne rouge.

Aucune observation n'est possible sur la face inférieure du diaphragme.

La vessie contient de l'urine rosée.

La poitrine ouverte, nous constatons que la face pleurale du diaphragme est fortement rosée au niveau du centre phrénique. Sur les côtés quelques grains existent dans les plexus lymphatiques latéraux.

Quelques grains de carmin se remarquent dans le canal thoracique. Les ganglions thoraciques sont très distendus et ont une couleur nettement rosée.

Examen histologique. — Sur des coupes fines de ganglions lymphatiques thoraciques on peut bien voir (50 D) les sinus périphériques formant une sorte de calotte aux follicules. Les sinus gorgés de carmin se continuent par leurs deux extrémités vers la substance médullaire du ganglion. Dans celle-ci les sinus lymphatiques ne sont pas distendus d'une manière régulière. Certaines portions sont bien injectées; d'autres ne le sont que modérément. A 250 D la présence des grains de carmin, l'existence de nombreux globules blancs chargés de grains rouges, ne permettent pas de distinguer les parois des sinus et d'apprécier s'il existe ou non une couche endothéliale.

Foie. — Remarquable par de nombreuses embolies capillaires. Des grains de carmin existent dans les veines sus-hépatiques.

Poumon. — Il existe de nombreuses embolies capillaires. On constate éga-

lement l'existence de gros amas de granules dans les vaisseaux sanguins. De petits grains de carmin sont contenus dans les globules blancs.

Rein. — Embolies granuleuses dans les vasa-recta des pyramides; rien dans les glomérules. Il existe quelques cellules à noyaux colorés dans un certain nombre de tubuli contorti vers l'union avec l'anse. Presque tous les tubes collecteurs sont remplis d'albumine colorée; au contraire il ne se rencontre que quelques tubuli contorti présentant cette albumine colorée.

Il faut remarquer que la solution de carmin ne paraît pas s'être faite dans les glomérules; les cellules épithéliales des tubuli paraissent y avoir contribué.

Les oreilles du lapin sont roses comme d'ailleurs tous les téguments. Sur des coupes on remarque que la seule partie du tissu coloré est l'embouchure des canaux excréteurs des glandes sébacées. Quant à la glande sébacée ellemême, elle n'est que teintée en rose.

N° 7 (I). — 7 août 1881, à 2 heures de l'après-midi. Injection dans la séreuse péritonéale de la solution suivante :

Albumine	35 gr.
Eau distillée	35 gr.
Carmin pulvérisé.	5 gr.

Mort le 8 août à 9 heures et demie du matin.

Autopsie 2 heures après la mort.

Le liquide n'a été qu'en partie absorbé. Nous en retrouvons trois à quatre cuillerées à café dans le péritoine.

Les viscères sont agglutinés et couverts d'amas rouges de grains de carmin.

Le sang de la veine porte ne contient pas de carmin. On n'en trouve pas davantage dans la veine cave inférieure.

La vessie renferme une urine rouge fortement albumineuse.

Le canal thoracique est légèrement distendu par un liquide rosé qui se coagule par l'alcool. On n'y voit pas de grains de carmin.

Les vaisseaux lymphatiques du diaphragme sont rosés et gorgés.

Après immersion dans l'alcool ils apparaissent nettement en relief.

Les ganglions thoraciques sont rouges, gorgés, volumineux.

Examen histologique. — Les ganglions sont très bien injectés. Les sinus périphériques sont distendus par des masses rouges foncées. Dans la substance médullaire les voies lymphatiques rouges dessinent un réseau très riche. On constate dans leur intérieur beaucoup de globules blancs remplis de granulations fines de carmin. Les parois des lymphatiques de la région médullaire sont rosées. Des grains de carmin existent dans l'intérieur des follicules.

Le rein montre quelques masses rouges dans les tubuli recti. Dans quelques vaisseaux sanguins assez volumineux on trouve des grains très fins.

Dans le foie, on n'observe que de très rares grains dans les capillaires des lobules. Il s'en trouve de plus nombreux dans des artères assez volumineuses.

La rate est le siège de nombreux foyers hémorrhagiques. Les vaisseaux sanguins très distendus contiennent des grains de carmin. Sur les coupes que

nous observons le tissu propre de la rate paraît avoir été refoulé, tassé. Certains sinus sanguins voisins ne sont séparés que par le simple adossement de deux cellules.

N° 8 (I). — 9 août 1881, à 3 heures 50 minutes du soir. Injection dans la séreuse péritonéale de 60 grammes de la solution suivante :

Albumine	35 gr.
Eau distillée	45 gr.
Carmin pulvérisé	5 gr.

Ferrocyanure de potassium 2 grammes dissous dans 5 grammes d'eau.

Avant l'injection le lapin est sondé ; l'urine n'est pas albumineuse. Le lapin urine une demi-heure après l'injection. Nous constatons nettement la présence de l'albumine dans l'urine.

Le 10 août à 3 heures, le lapin est sacrifié.

Immédiatement une injection étendue de perchlorure de fer est poussée dans chaque plèvre. Elle ne détermine pas de coloration bleue appréciable dans le canal thoracique.

Les urines rouges essayées par le perchlorure de fer donnent une réaction bleue.

Les ganglions thoraciques sont rouges et assez volumineux. Ils sont bien injectés. Nous ne relevons aucun détail différent de ce que nous avons vu précédemment.

Rien de particulier du côté de la cavité abdominale. Les anses de l'intestin sont agglutinées et couvertes d'amas de grains de carmin.

Examen histologique. — On ne rencontre dans le foie qu'un très petit nombre d'embolies. Les grains de carmin sont dans les vaisseaux et non dans les cellules. Dans le rein on trouve au contraire que la matière colorante très finement granuleuse se montre dans les cellules épithéliales des tubuli collecteurs, qu'elle gonfle quelques vaisseaux afférents à des glomérules et qu'elle remplit un tube contourné.

La rate ne présente rien à noter. Il en est de même du poumon. Cependant quelques grains de carmin s'observent dans l'intérieur des globules blancs. Une portion de mésentère étendu sur une lame est lavée à l'eau distillée ; puis nous plongeons la préparation dans une solution étendue de perchlorure de fer. Les lymphatiques ne sont pas visibles ou ne se montrent que sous forme de lignes blanches. Les veines au contraire contiennent un grand nombre de grains verts. Le ferro-cyanure de potassium paraît donc avoir été absorbé par les ramifications de la veine porte.

N° 9 (II). — 11 *août* 1881, à 2 h. 50 de l'après-midi.

Sur un lapin attaché par les quatre pattes, nous faisons une incision de 5 centimètres à la ligne blanche. Nous attirons une anse d'intestin grêle et nous lui pratiquons une petite ouverture, suffisante pour recevoir la canule d'une seringue à injection de Ranvier. Nous poussons dans l'intestin la solution suivante :

Ferro-cyanure de potassium.	0,75 centigr.
Eau distillée.	30 gr.

Une ligature latérale est appliquée sur l'ouverture intestinale ; puis l'anse est réintroduite dans le ventre.

Immédiatement après, nous injectons dans le péritoine :

Perchlorure de fer à 45°.	20 centigr.
Eau distillée.	30 gr.

A 5 heures le lapin est sacrifié par section du bulbe.

Autopsie. — A l'ouverture de l'abdomen nous constatons que les vaisseaux lymphatiques sont distendus par un liquide peu coloré, blanchâtre.

Nous recueillons ce qui reste du liquide injecté dans le péritoine et nous l'essayons avec le ferro-cyanure. La réaction caractéristique (formation de bleu de Prusse) n'apparaît pas. Sur les anses intestinales on voit des parcelles rougeâtres, qui paraissent être de l'oxyde de fer. Le perchlorure de fer est donc modifié par son séjour dans le péritoine et probablement transformé en oxyde.

Le canal thoracique est peu développé. Son contenu ne donne pas de réaction avec le ferro-cyanure.

Les ganglions thoraciques sont volumineux, distendus par un liquide blanc jaunâtre.

Deux portions de mésentère, prises au voisinage du point où l'injection a été pratiquée dans l'intestin, sont étalées sur des plaques de verre et lavées à l'eau distillée. Nous versons ensuite sur elles du perchlorure de fer étendu d'eau. Immédiatement une coloration bleue apparaît le long des vaisseaux lymphatiques.

Une préparation est soumise à l'imprégnation d'argent (1 pour 200).

Examen histologique. — Les vaisseaux sanguins du mésentère, principalement les veines contiennent des grains bleus. Les vaisseaux lymphatiques montrent leurs valvules très finement dessinées en bleu au niveau de leur insertion. Ce qui est remarquable c'est que le contour du vaisseau et les insertions valvulaires sont seuls apparents et bleus. Dans un même vaisseau lymphatique la ligne d'insertion des valves est située sur un même plan. Toutes les valves sont donc situées les unes au-dessus des autres et parallèles. Un certain nombre de valves ont une insertion commune dans une certaine étendue de leur partie la plus large. (Pl. I, fig. 2.)

Sur la préparation imprégnée au nitrate d'argent, nous constatons que malgré le séjour dans le perchlorure de fer, tous les endothéliums des vaisseaux sont imprégnés, artères, veines et vaisseaux lymphatiques. On aperçoit des renflements le long des lymphatiques et à ce niveau des valvules nettement dessinées. La direction générale des vaisseaux lymphatiques est parallèle à celle des vaisseaux sanguins. Toutefois dans un certain nombre de points, elle croise leur direction. Une particularité remarquable a attiré notre attention. Dans une partie de la préparation nous avons très nettement vu (pl. VI, fig. 3) un vaisseau lymphatique à endothélium en forme de feuille de chêne s'aboucher dans un autre vaisseau plus volumineux dont l'épithélium allongé et plus régulier ressemblait à un endothélium de veine. Le changement dans la forme de l'épithélium était brusque. Il n'existait pas de valvule

à ce niveau. Nous avons recherché s'il existait dans le vaisseau le plus volumineux des globules du sang. Nous n'en avons pas observé. Mais il ne s'en rencontrait pas davantage dans d'autres vaisseaux d'un calibre beaucoup plus fort et appartenant certainement au système sanguin. Cet épithélium reprenait sa forme festonnée après un court trajet.

N° 10. — 12 *août* 1881, à 2 h, 45. Injection dans la séreuse péritonéale de la solution suivante :

Albumine.	15 gr.
Eau	50 gr.
Cyanure de potassium.	0,30 centigr.
Carmin	5 gr.

La mort du lapin arrive en moins de 5 minutes après convulsions et secousses généralisées dans les membres.

Autopsie. — A l'ouverture du cadavre, immédiatement après la mort, voici ce que nous constatons :

Le canal thoracique est gorgé, blanc, et ne contient pas de carmin.

Les ganglions thoraciques contiennent déjà une assez forte proportion de carmin.

Les vaisseaux lymphatiques qui accompagnent les vaisseaux mammaires internes sont gorgés de carmin.

Le sang de la veine porte au niveau du hile du foie, de la veine cave inférieure au niveau des rénales, d'une des grosses veines du gros intestin, contient des amas de matière granuleuse colorés en rose.

Les vaisseaux lymphatiques du mésentère sont peu gorgés et blancs.

Le diaphragme est placé sur une plaque de verre et imprégné à l'azotate d'argent (1/200).

Examen histologique. — Les gros vaisseaux du foie contiennent des masses réfringentes et des coagulums granuleux considérables colorés en rose.

Le rein ne présente qu'une très faible injection. Il en est de même de la rate. Toutefois quelques grains de carmin se rencontrent dans les gros vaisseaux et dans les glomérules.

Nous observons dans les vaisseaux lymphatiques des ganglions des grains de carmin et des coagulums colorés.

Sur le diaphragme imprégné au nitrate d'argent (1/200), nous recherchons les puits lymphatiques, décrits par M. Ranvier. Nous observons entre les faisceaux tendineux du centre phrénique des dépressions surtout reconnaissables à leur transparence. Une de ces dépressions examinée à un fort grossissement (500 D) nous révèle un revêtement endothélial complet. Toutefois au niveau de la dépression on voit des cellules plus petites que dans les parties voisines.

En abaissant très peu l'objectif, on aperçoit un gros lymphatique superficiel. Nous constatons que ce lymphatique n'offre aucune solution de continuité de son endothélium spécial.

La dépression n'est pas entourée d'une plus grande quantité de grains de

carmin que les parties voisines. Il ne nous est pas possible de dire si cette dépression sert ou non à l'absorption.

Des amas de grains de carmin se rencontrent fréquemment dans les dépressions linéaires intertendineuses, affectant la forme globulaire, arrondie. Ils semblent logés dans des dépressions claires analogues à celles signalées plus haut.

Dans le centre phrénique nous constatons l'existence des deux réseaux lymphatiques, l'un superficiel du côté de la face ventrale, irrégulier; l'autre dont la direction générale des vaisseaux est perpendiculaire à celle du réseau superficiel, beaucoup plus régulier.

La même préparation nous révèle la présence de valvules dans les veines du diaphragme.

N° 11. — 13 *août* 1881, 2 heures de l'après-midi. Injection dans l'intestin de la solution suivante :

Ferro-cyanure de potassium.	0,75 centigr.
Eau distillée.	30 gr.

Bientôt après cette première injection, nous poussons dans le péritoine :

Sulfate de fer.	20 gr.
Eau distillée.	100 gr.

La mort survient au bout de 3 heures.

Autopsie. — Nous nous assurons immédiatement que le liquide contenu dans l'intestin réagit sur le liquide péritonéal.

Les lymphatiques du péritoine et du diaphragme sont gorgés. Ils contiennent un liqnide jaunâtre.

Le canal thoracique renferme un liquide jaunâtre et quelques grains bleus.

Le sang des veines porte, cave inférieure au niveau des rénales est vert.

La vessie contient un liquide jaunâtre.

Examen histologique. — Un ganglion mésentérique a été recueilli. Les coupes, quoique trop gommées, montrent assez bien comment est disposé le réseau de la région médullaire. Ce réseau en effet est rendu apparent par la coloration de ses parois. Il est formé de cavités irrégulières, ampullaires et rétrécies en divers points qui s'anastomosent et s'entrecroisent en laissant peu d'intervalles entre elles. Ces cavités communiquent avec les sinus périphériques, par de petits canaux séparés par l'épaisseur des follicules clos.

Dans les ganglions thoraciques les voies lymphatiques contiennent des grains bleus, les uns isolés, les autres appliqués sur les globules blancs. D'autre part de gros vaisseaux sanguins contiennent également du bleu. La substance des follicules émet de petits prolongements ramifiés, qui séparent les cavités lacunaires de la région centrale.

Le sang de la veine porte montre de nombreuses coagulations bleues.

Le rein, la rate et les poumons n'offrent rien qui mérite d'être noté.

N° 12. — 14 *août* 1881, à 1 heure de l'après-midi. Injection dans l'intestin grêle de :

Huile d'amandes douces. . . 15 gr.
Ferro-cyanure de potassium . 1 gr. dissous dans 15 gr. d'eau.

Un quart d'heure plus tard nous injectons dans le péritoine :

Sulfate de fer. . . . . . . 20 gr.
Eau distillée . . . . 100 gr.

Le lapin meurt au bout de trois quarts d'heure.

Autopsie et examen histologique. — Le canal thoracique est blanc verdâtre. Les ganglions thoraciques sont gorgés et verdâtres.

Les vaisseaux lymphatiques du diaphragme sont jaunâtres.

Le sang de la veine porte est légèrement verdâtre. Par la pression, on fait circuler des grains (bleus verts) dans les veines du mésentère.

Les lymphatiques du mésentère sont distendus et contiennent des grains bleus.

Les capillaires sanguins du mésentère forment des réseaux très apparents, très abondants et sont remplis d'une substance bleue fragmentée.

Dans le rein les tubuli recti sont remplis dans un grand nombre de points de la préparation par des coagulums colorés en bleu non granuleux. Quelques anses de Henle contiennent également des coagulums colorés. Quelques glomérules sont remplis de grains bleus.

Les coupes du foie montrent des embolies bleues très abondantes dans les capillaires sanguins de la périphérie des lobules, un peu moins fréquentes à mesure qu'on se rapproche du centre des lobules. On rencontre des coagulums bleus jusque dans la veine centrale des lobules. Les coagulums bleus ne dépassent pas 10 μ. en diamètre. Quelques coagulums englobent les globules du sang.

Dans la rate, on remarque une injection sanguine intense et quelques amas bleus.

Les sinus des ganglions thoraciques sont modérément gonflés ; dans leur intérieur se rencontrent un grand nombre de cellules rondes ressemblant à des leucocytes ; quelques-unes renferment des grains bleus. L'injection bleue est très manifeste dans la région médullaire du ganglion. Le système lacunaire de cette région est très net, quoique les lacunes soient peu distendues. Les vaisseaux sanguins sont chargés de bleu.

Sur un ganglion, que nous avons laissé séjourner pendant 48 heures dans une solution d'acide osmique à 1 p. 500, nous voyons d'une manière très nette les sinus périphériques, le revêtement épithélial qui tapisse leur paroi folliculaire et leur paroi excentrique, les trabécules qui soustendent les sinus, enfin les communications des extrémités du sinus avec les canaux lymphatiques de la pulpe.

Les vaisseaux sanguins du mésentère présentent dans les gros troncs des masses bleues fragmentés, entourées d'une substance blanc jaunâtre très réfringente. Ces masses sont habituellement elliptiques. Elles doivent être constituées par de la graisse, car on trouve des cristaux en aiguille dans leur épaisseur.

N° 13. — 15 *août* 1881. — Nous essayons, pour diminuer le traumatisme de la paroi abdominale de faire pénétrer notre liquide par les voies naturelles. Dans ce but, nous attachons solidement un lapin par les quatre pattes. Un aide écarte les mâchoires. Une sonde en caoutchouc rouge de 6 ^{mm} de diamètre est introduite en suivant la voûte palatine. Nous nous assurons qu'une fois la sonde introduite, la respiration n'est que peu gênée. Nous poussons alors la solution suivante :

Huile d'amandes douces....... 15 grammes
Ferro-cyanure de potassium.... 3 grammes, dissous dans
15 grammes d'eau distillée.

(Ce mélange est fortement agité, de façon à faire une espèce d'émulsion).

Un quart d'heure plus tard nous poussons une deuxième injection constituée par 30 grammes de même mélange.

Dans cette seconde manœuvre, un ressaut s'est fait sentir et nous avons pensé qu'il pouvait y avoir eu une rupture de l'œsophage.

Le lapin est remis sur ses pattes. Il fait quelques sauts et paraît aller assez bien. 20 minutes plus tard il est pris de convulsions violentes et meurt.

Autopsie pratiquée immédiatement après la mort. — Les yeux sont brillants et saillants comme dans les empoissonnements par le cyanure de potassium.

Le thorax ouvert nous permet d'apercevoir un épanchement que nous évaluons à 15 grammes de liquide dans les deux plèvres. Cet épanchement est formé d'huile et de ferro-cyanure de potassium émulsionné.

A première vue, on n'aperçoit aucune ouverture le long de l'œsophage, plus tard nous trouvons sur le côté droit de cet organe, à la hauteur du hile des poumons, une petite ouverture de la grandeur d'une tête d'épingle. Le liquide s'est épanché dans le médiastin postérieurs et dans les deux plèvres.

Sur le diaphragme, on n'aperçoit pas de vaisseaux lymphatiques gonflés. Le canal thoracique est volumineux, gonflé par un liquide blanchâtre et peut être suivi jusqu'à la veine sous-clavière gauche. Les ganglions lymphatiques thoraciques sont fortement distendus et blancs.

Nous recueillons du sang de la veine cave inférieure au-dessus du diaphragme. Nous constatons qu'il contient de nombreuses gouttes de graisse. qui bleuissent par la solution de perchlorure de fer.

Dans l'abdomen, on ne rencontre pas d'épanchement. L'estomac et l'intestin sont dans un état complet d'intégrité.

Les anses d'intestin grêle sont un peu grasses au toucher.

Le contenu de l'estomac et de l'intestin essayé au perchlorure de fer contient le liquide injecté (formation de bleu de Prusse).

Les vaisseaux lymphatiques du mésentère sont gorgés d'un liqnide blanchâtre ainsi que les ganglions mésentériques. La citerne de Pecquet est très distendue par le même liquide.

Des anses d'intestin grêle avec leur mésentère sont détachées, mises sur des plaques de verre, puis essayées au perchlorure de fer. Le long des vaisseaux sanguins et dans leur intervalle, on voit apparaître des traînées bleues.

Examen microscopique. — Des morceaux de foie, de poumon, de rein, de rate, sont placés pendant trois jours dans une solution de perchlorure de fer.

Sur des coupes on constate une très belle conservation des éléments. Les cellules du foie, les éléments épithéliaux des tubuli du rein sont colorés légèrement en noir. Il en est de même de leurs noyaux. De la périphérie vers le centre des coupes il existe trois zones distinctes : 1° une zone périphérique bleue. Cette coloration bleue est diffuse; 2° une zone moyenne remplie de granulations noires également diffuses dans tous les éléments; 3° enfin, au centre de la préparation, une zone où les éléments ont leur coloration normale. Il ne s'agit là que de phénomènes d'ambibition post mortem.

Sur des portions de mésentère placées sur des plaques de verre, nous constatons la présence d'innombrables gouttes de graisse de différentes grosseurs à la surface du péritoine. Sur les parties de péritoine essayées au perchlorure de fer, les lymphatiques ont une certaine étendue de leurs parois et les insertions de leurs valvules colorées en bleu. Un de ces lymphatiques aborde un ganglion situé dans le mésentère, se détache des vaisseaux sanguins qu'il accompagnait, décrit une courbe, montre une valvule colorée en bleu, tournant sa concavité vers le tissu ganglionnaire, puis plonge dans le ganglion en s'élargissant. Il est impossible de le suivre plus loin.

Les vaisseaux sanguins ont la limite de leurs fibres cellules musculaires colorées en bleu. Ces fibres, principalement celles des veines, présentent une intrication manifeste. Elles ne sont pas parallèles, mais se coupent sous des angles aigus d'une manière régulière.

N° 14. — 16 *août* 1881, à 1 heure et demie de l'après-midi. — Nous injectons par la sonde œsophagienne :

Huile d'amandes douces .... 25 grammes
Ferro-cyanure de potassium...... 1 gramme, dissous dans 5 grammes d'eau distillée.

Un cristal de carbonate de soude (pour favoriser l'émulsion).

L'injection est très bien supportée.

Une heure après (2 h. 1/2), par une petite boutonnière faite au péritoine, nous poussons au moins 200 grammes de solution suivante :

Perchlorure de fer à 45°........ 2 centimètres cubes
Eau distillée.................... 100 grammes.

Nous laissons l'injection pendant une dizaine de minutes, puis nous la faisons sortir en introduisant une sonde. Nous remplissons alors à nouveau le péritoine avec la même solution.

A 4 heures et demie nous tuons l'animal en lui injectant 30 grammes de la première solution dans les voies aériennes.

Autopsie. — Le perchlorure de fer a été décomposé dans le péritoine. On rencontre des grains rouges (oxyde de fer) à la surface des anses intestinales.

La réaction avec le ferro-cyanure de potassium ne s'opère plus.

Les lymphatiques du mésentère, les ganglions mésentériques, le canal thoracique, sont gorgés d'un liquide blanchâtre.

Les vaisseaux lymphatiques du diaphragme ne présentent qu'un liquide jaunâtre.

Le sang de la veine porte et de la veine cave inférieure au-dessus du foie est verdâtre, mais ne contient cas de grains.

Examen microscopiqne. — Les vaisseaux sanguins du mésentère contiennent de grosses gouttes d'huile.

Les canaliculi du rein dans la région des pyramides et dans quelques parties des anses de Henle, montrent des cellules épithéliales très granuleuses et contenant autour des noyaux des gouttelettes de graisse, qui ne se colorent pas par le carmin.

Le foie présente le même aspect de ses cellules.

N° 15. — 17 *août* 1881, à 1 h. 45 de l'après-midi. — Nous injectons par la sonde œsophagienne la solution suivante :

Huile d'amandes douces.........	50 grammes
Ferro-cyanure de potassium.....	3 gr. dans 15 gr. d'eau.

Un cristal de carbonate de soude.

A 2 h. 15, nous poussons dans le péritoine :

Sulfate de fer.	30 grammes
Eau.	100 grammes.

La mort arrive à 4 h. 20.

Autopsie immédiate. — Le diaphragme est jaune brunâtre. Les lymphatiques peu gorgés contiennent un liquide de même couleur. Le canal thoracique est également jaune, ainsi que les ganglions thoraciques.

Dans les plèvres pas de liquide.

Dans le péritoine on trouve une assez grande quantité de liquide. Ce liquide réagit en bleu avec le ferro-cyanure de potassium. Il n'est donc pas modifié par son séjour dans le péritoine, comme cela a lieu pour le perchlorure de fer.

Les vaisseaux lymphatiques ne sont que peu distendus. Ils ont une coloration blanc jaunâtre. Ils ne sont bleus en aucun point.

Les vaisseaux sanguins, particulièrement les veines du mésentère, contiennent de très nombreux grains bleus qu'ont peut faire cheminer par de douces pressions.

Examen microscopique. — Le bleu de Prusse et la graisse ont traversé le filtre rénal ; et on peut les retrouver dans les tubes collecteurs de Bellini.

Le bleu s'y rencontre sous forme de coagulums plus ou moins fragmentés remplissant la cavité du tube. La graisse s'y observe sous forme de gouttelettes plus ou moins fines et principalement de cristaux aiguillés qui forment à la surface de la muqueuse des calices et dans l'intérieur de quelques tubes voisins de ce point une apparence de végétations très irrégulières.

Nous avons fait macérer des coupes fines d'abord dans l'acide acétique étendu, puis dans l'acide osmique. Il nous a été facile de constater que des gouttelettes fines (1 μ.) d'huile sont contenues dans les cellules épithéliales des tubuli contorti et dans l'intérieur de ces tubuli. Beaucoup plus rarement, on en observe dans les vaisseaux des glomérules.

Dans la même région des tubuli contorti on aperçoit une série de grosses gouttelettes d'huile, dont la situation précise est difficile à indiquer.

Les vaisseaux sanguins contiennent l'huile sous deux formes : tantôt elle est en grosses gouttes noires étirées suivant la longueur du vaisseau, et entremêlées avec des globules de sang et des leucocytes, tantôt elle se présente sous forme de fines gouttelettes mélangées aux globules rouges, principalement dans les gros vaisseaux. Des grains bleus se remarquent en même temps que les gouttelettes colorées en noir.

Le foie présente des embolies capillaires de graisse et de bleu. L'huile est en gouttelettes de 4 μ. Le bleu est sous forme de filaments allongés, quelquefois bifurqués dans les capillaires. Les masses bleues emboliques contiennent toujours des globules blancs. Ces derniers en sont imprégnés. La couleur bleue est renfermée dans le corps cellulaire, mais le noyau en est exempt.

Les cellules du foie sont très granuleuses; beaucoup de ces granulations sont noires par le contact avec l'acide osmique. Elles se sont chargées déjà d'une certaine quantité de graisse. Les cellules des voies biliaires sont très noires.

Des masses bleues se voient dans les ramifications extra-lobulaires de la veine porte et dans les veines sus-hépatiques.

La rate est très congestionnée. Les vaisseanx sanguins contiennent de petites masses bleues et de nombreux globules blancs très gonflés et dont le corps cellulaire est rempli de granulations noires (pièce traitée par l'acide osmique).

Les ganglions lymphatiques thoraciques sont remarquables par la coloration bleue de leur système sanguin. La forme de ces vaisseaux est celle d'arborisations très nombreuses dans les follicules clos qui arrivent au contact des sinus. Ceux-ci ne sont pas colorés.

N° 16. — 18 août 1881.

Nous essayons en pratiquant la ligature de la grande veine mésaraïque à son union avec la splénique d'entraver le passage dans le système porte des matières iutroduites dans l'intestin.

A 1 h. 50 de l'après-midi une ouverture de 10 centimètres d'étendue est pratiquée sur la ligne blanche. Nous attirons au dehors la plus grande partie de la masse intestinale, nous arrivons sans grande difficulté sur le tronc de la grande veine mésaraïque et nous jetons sur lui une ligature aussi haut que possible. Cela fait nous faisons rentrer les intestins dans le ventre.

Nous fermons au moyen d'une suture la plus grande partie de l'ouverture abdominale, mais nous réservons un pertuis d'un demi-centimètre d'étendue pour une injection ultérieure. Pour le moment nous le fermons au moyen d'un pince à pression continue.

A 2 h. 20, nous introduisons par la sonde œsophagienne :

Huile d'amandes douces	15 gr.
Ferro-cyanure de potassium.	4 gr.
Eau.	60 gr.

A 2 h. 55 nous injectons dans le péritoine une solution saturée de sulfate de fer.

Le lapin meurt à 3 heures 17.

Autopsie. — Les réseaux lymphatiques sont gorgées d'un liquide jaunâtre (sulfate de fer).

Les vaisseaux lymphatiques du mésentère sont remplis d'un liquide blanchâtre. Tout l'intestin grêle est fortement congestionné.

Nous examinons la ligature que nous avons placée sur la grande veine mésaraïque. Elle étreint bien le vaisseau et est très rapprochée du point de jonction avec la sphénique.

Le sang de la veine cave inférieure au-dessus du diaphragme est vert. Le sang de la veine porte est également vert. Il contient un nombre considérable de gouttes d'huile et d'amas paraissant être constitués par de la graisse entourée d'une auréole verdâtre.

Les ganglions lymphatiques sont petits et légèrement jaunâtres.

Examen microscopique. — Le système vasculaire sanguin du mésentère est fortement distendu. On trouve au milieu du sang des veines mésentériques des amas réfringents qui sont constitués par de la graisse entourée d'une auroéle verdâtre. Des gouttes de graisse sont très évidentes sur une petite quantité de sang sorti des vaisseaux et conservé dans la préparation.

Le système lymphatique est à peine visible sur la préparation.

Dans les tubuli collecteurs du rein on remarque quelques filaments colorés en bleu. Les épithéliums des tubuli des pyramides des anses de Henle et des tubuli contorti sont très granuleux et noircissent par l'acide osmique. Dans la lumière de ces tubuli existent des grains noirs et des gouttelettes de graisse fines à liseré noir.

Dans le foie quelques masses réfringentes se montrent dans les capillaires des lobules. Elles sont formées par de la graisse. Sur des coupes préparées à l'acide osmique, on voit de nombreuses embolies noires graisseuses dans les capillaires des lobules.

N° 17. — 19 août 1881, à 4 h. 15. Injection par la sonde œsophagienne :

Solution	Albumine	2 gr.
	Eau distillée.	15 gr.
	Solution saturée de sulfate de fer. .	15 gr.

A 2 h. 30. Injection dans le péritoine :

Solution	Ferro-cyanure de potassium . . .	2 gr.
	Eau distillée	60 gr.

La mort arrive à 3 h. 40.

Autopsie immédiate. — Les parois de l'estomac et du duodénum présentent une coloration verte. Le contenu de ces organes surtout au voisinage de leurs parois est également vert. Il semble que le ferro-cyanure de potassium soit passé du péritoine dans l'estomac et le duodénum.

Les lymphatiques du péritoine sont gorgés d'un liquide blanc légèrement jaunâtre. Les vaisseaux sanguins n'offrent rien de spécial.

Rien à noter du côté du canal thoracique et des ganglions lymphatiques.

Examen histologique.— Les cellules du foie sont extrêmement granuleuses dans leur corps cellulaire. Il existe de rares grains bleus dans le sang des veines sus-hépatiques et de la veine porte.

Le sang de l'artère et de la veine rénale est rempli de cristaux d'hématoïdine en aiguilles rougeâtres. Les cellules épithéliales des tubuli sont extraordinairement granuleuses. Un certain nombre de grains bleus se voient dans les tubes minces de Henle. Il se rencontre également quelques embolies bleues dans les vaisseaux sanguins.

Sur le diaphragme, qui a été imprégné au nitrate d'argent on aperçoit l'épithélium péritonéal. Cet épithélium mal imprégné est représenté par des plaques de grains noirs. Les lymphatiques superficiels sont très distincts. On observe leur inégalité de calibre, l'irrégularité et la variabilité de leurs épithéliums. Ces lymphatiques paraissent avoir des valvules au niveau de leurs étranglements. Ils peuvent atteindre un volume bien plus grand que celui des capillaires sanguins sans avoir de fibres cellules. Le système sanguin est également nitraté.

N. B. Cette observation n'apporte aucune nouvelle preuve aux faits dont nous nous occupons. Nous la donnons cependant, par ce qu'elle offre quelque intérêt si on la rapproche des certaines expériences de Claude Bernard. Cet auteur a remarqué que les substances albuminoïdes du sang fixaient les principes d'origine organique et les empêchaient de réagir l'un sur l'autre.

La réaction ne se produisait qu'au cas où il s'agissait d'une sécrétion privée de matières albuminoïdes ou d'une sécrétion acide. Ici la réaction dans le sang a été presque nulle. Elle a été manifeste dans l'estomac et dans les tubes de Henle du rein.

N° 18 (II). — Le 6 septembre 1881, à 3 h. 45 de l'après-midi. Injection dans le péritoine de 80 grammes de bleu de prusse soluble.

Cette injection un peu douloureuse est suivie de quelques frémissements dans les muscles de l'abdomen et de quelques mouvements de défense. Bientôt ces phénomènes s'apaisent.

A 5 h. 45. Injection dans le péritoine de 0,75 centigr. de cyanure de potassium dissous dans 15 grammes d'eau distillée. Cette dernière injection est très douloureuse et amène la mort en 5 minutes après quelques convulsions légères et un embarras de plus en plus marqué de la respiration.

Autopsie immédiate. — Les ganglions thoraciques et un ganglion contenu dans le médiastin postérieur sont distendus par un liquide bleu. Le canal thoracique présente une coloration bleu de ciel, moins foncé que celle des ganglions.

Les vaisseaux lymphatiques du diaphragme sont magnifiquement injectés. Le centre phrénique présente une injection très complète et très fine.

Les vaisseaux lymphatiques du mésentère sont légèrement distendus par un liquide blanchâtre très légèrement bleuâtre.

Examen microscopique. — Les vaisseaux lymphatiques du mésentère sont distendus mais ne contiennent qu'une très faible quantité de bleu. Les valvules ne sont pas visibles. Le centre phéniqué du diaphragme est très bien

injecté. On voit le réseau superficiel formant des dessins très irréguliers. Ce réseau devient de plus en plus fin et de plus en plus délié à mesure qu'on se rapproche des parties centrales du centre phrénique. Au contraire à mesure qu'on avance vers les fibres musculaires, le réseau se montre constitué par des vaisseaux de plus en plus volumineux, bosselés, irréguliers, fréquemment anastomosés. Ce réseau affleure la couche épithéliale péritonéale mais ne montre, examiné à des grossissements de plus en plus fort, aucun orifice. Là cependant il n'y a pas de grains de matières colorantes qui puisse masquer les orifices. Cette préparation est très démonstrative. Le réseau superficiel paraît être un réseau fermé. Au-dessous de lui plusieurs canaux à direction transversale coupant presque perpendiculairement ceux du réseau profond, se montrent de distance en distance. Ce second réseau ou réseau profond est beaucoup moins important que le précédent.

Le rein ne contient pas de bleu visible. Il en est de même de la rate et du poumon. Le foie au contraire renferme dans ses capillaires sanguins des amas bleus compactes, dans lesquels sont englobés des globules blancs, dont les noyaux se colorent en rouge par le carmin. Le bleu occupe le corps cellulaire qui est très gonflé.

Le ganglion réalise le mode d'injection que nous avions désiré, c'est-à-dire la coloration des parois avec la possibilité de pouvoir en étudier le contenu. Les cellules endothéliales des voies lymphatiques sont colorées en bleu. Les globules blancs qui circulent dans la cavité des sinus se sont également chargés de bleu. La partie centrale, portion médullaire que nous n'avions pu jusqu'ici examiner que d'une manière incomplète, se révèle comme formée par un réseau de vaisseaux inégaux et irréguliers, exactement fermé par une seule couche de cellules plates. On trouve entre ces réseaux et adhérents à eux, de sorte qu'on pourrait comparer ces réseaux aux sinus veineux, des amas de cellules dites lymphatiques avec le réticulum, qui les supporte. Les vaisseaux sanguins pour la plupart sont contenus dans ce tissu intermédiaire Ce sont des artères ou des capillaires, ces derniers quelquefois assez rapprochés des lymphatiques pour qu'il s'opère des échanges exosmotiques, qui les colorent. Un certain nombre d'artères passent au centre même des voies lymphatiques, absolument comme l'artère carotide interne passe au milieu du sinus caverneux. Dans certains points on ne trouve appliqué sur leur tunique musculaire ou sur leur tunique celluleuse qu'une couche de cellules plates colorées en bleu. D'autres fois on trouve une ou deux rangées de cellules ganglionnaires formant couronne autour des 2 tuniques de l'artère sur des coupes perpendiculaires.

Les capillaires sanguins sont plongés au milieu de la masse des cellules ganglionnaires sans qu'on puisse leur assigner de disposition exacte.

Les sinus périphériques sont moins distendus que dans les cas d'injections à grains.

N° 19 (I). — Le 7 septembre, à 4 h. 10 du soir. Injection du mélange suivant dans le péritoine :

Ferro-cyanure de potassium	1 gr. 60 cent.
Perchlorure de fer à 45°	1 gr. 60 cent.
Eau distillée	80 gr. »

Ce mélange forme du bleu de Prusse à grains.

Cette injection est très bien supportée. A 6 h. 5, nous cherchons à tuer l'animal en lui injectant dans le péritoine 5 centigrammes de cyanure de potassium. Cette seconde injection est suivie de convulsions légères pendant une demi-heure. L'inspiration qui était devenue assez lente se rétablit peu à peu comme à l'ordinaire. Le lapin ne paraît pas souffrir. Nous le laissons à 7 h. 50 en bon état.

Le 8 septembre à 8 heures du matin la mort arrive.

Autopsie à 9 heures et demie.

Le sang de la veine cave inférieure au-dessus du diaphragme contient quelques grains bleus.

Les lymphatiques du péritoine sont presque vides.

Les vaisseaux lymphatiques du diaphragme sont très bien injectés. On voit les réseaux du centre phénique, les 2 réseaux latéraux s'étendant depuis l'appendice xyphoïde jusqu'aux piliers du diaphragme et se résumant en 4 troncs : 2 antérieurs qui accompagnent les vaisseaux mammaires internes derrière le sternum ; 2 postérieurs passant sur les piliers du diaphragme et allant se jeter dans le canal thoracique.

Les ganglions lymphatiques thoraciques sont bien injectés.

Examen microscopique. — Sur des préparations de mésentère on voit les vaisseaux lymphatiques très peu distendus, contenant un peu de matière bleue transparente. Quelques valvules de ces vaisseaux sont colorées en bleu à leur insertion. On trouve des grains nombreux dans les veines. Nous devons dire que sur cette préparation la plupart des veines se sont vidées.

Le foie est le siège d'embolies très nombreuses constituées par une matière pâteuse grenue qui entoure souvent les globules blancs. Ces globules blancs paraissent être le point de formation des embolies. Elles se rencontrent principalement dans l'intérieur de la substance hépatique. Sous la capsule de Glisson les capillaires n'en contiennent pas.

Le rein est très congestionné mais ne renferme pas de bleu appréciable. Il est probable que la plus grande partie des embolies a eu son point de formation dans la veine porte et n'a pas dépassé le foie.

Dans les ganglions il existe des coagulums bleus transparents dans les gros sinus lymphatiques de la périphérie. La majeure partie du bleu est en grains est contenue dans les globules blancs. Le corps cellulaire de ces globules est très distendu par la présence des grains. Dans les sinus de la région centrale du ganglion ces grains sont extrêmement nombreux. Ils masquent la structure du ganglion par leur abondance et font croire à l'existence d'un nouveau tissu, alors qu'il n'y a qu'agrégation de cellules. Quelques cellules endothéliales des voies lymphathiques sont colorées en bleu. On voit nettement la disposition des vaisseaux sanguins qui sont gorgés de sang.

Le canal thoracique est très distendu par des coagulums formés en partie de bleu soluble en partie de bleu en grains.

Sur une préparation nitratée le revêtement épithélial du péritoine est assez bien imprégné malgré la présence du bleu.

N° 20 (I). — 10 *septembre* 1881. Injection dans le péritoine de 100 gram-

mes d'une solution d'albumine à 120 p. 1000, dans laquelle on agite fortement 5 grammes de poudre de lycopode.

Le 11, bon état.

Le 12, également.

Le 13, l'animal est sacrifié.

Autopsie. — Les grains de lycopode forment dans toute la cavité péritonéale des amas assez volumineux, à la face inférieure du diaphragme et sur les différents viscères.

Le canal thoracique, les ganglions thoraciques sont assez bien gorgés d'un liquide blanchâtre, albumineux.

Les vaisseaux lymphatiques du mésentère sont peu développés.

A l'examen microscopique on ne rencontre aucun grain de lycopode ni dans les ganglions, ni dans les différents viscères abdominaux. Ces grains sont trop volumineux pour être absorbés.

N° 21 (I). — 11 *septembre*, à 4 heures de l'après-midi. Injection dans la séreuse péritonéale :

Solution albumineuse (60 p. 1000).	80 gr.
Poudre de lycopode	3 gr.

Le lapin meurt dans la nuit.

Autopsie. — La cavité péritonéale contient à peine 20 grammes d'un liquide sérenx. Il existe de nombreux amas de grains de lycopode sur les différents viscères.

Le sang de la veine cave inférieure au-dessus du diaphragme, de la veine porte, des veines mésaraïques ne contient pas de grains de lycopode.

L'urine est albumineuse.

Aucun grain de lycopode n'est constaté ni dans les poumons, ni dans le foie, ni dans la rate, ni dans le rein, ni dans les ganglions thoraciques.

N° 22 (II). — 13 *septembre* 1881, à 4 heures de l'après-midi.

Nous injectons par la sonde œsophagienne 25 grammes de l'émulsion suivante :

Jaune d'œuf.	n° 2
Huile de poisson.	80 gr.
Ferro-cyanure de potassium.	5 gr.

Incorporé à cette émulsion, le ferro-cyanure ne réagit pas sur le perchlorure de fer ni sur le sulfate de fer.

Le 14, à midi, nous injectons par la même voie 25 grammes de la même émulsion.

Le lapin succombe à 6 heures du soir après convulsions généralisées.

Autopsie le 15 au matin.

Le sang des divisions de la veine mésaraïque contient un nombre considérable de globules de graisse.

Le canal thoracique et les vaisseaux lymphatiques du péritoine sont gorgés d'un liquide blanc laiteux.

Rien d'appréciable du côté du diaphragme.

Les ganglions lymphatiques thoraciques sont gorgés modérément.

Examen microscopique. — Les ganglions préparés à l'acide osmique présent dans les gros lymphatiques de la périphérie des coagulums granuleux, qui ne sont pas noircis par l'acide osmique. Les aréoles lymphatiques du centre du ganglion contiennent un certain nombre de leucocytes non colorés et des coagulums granuleux. Les vaisseaux sanguins ganglionnaires n'offrent pas trace d'huile. L'action de l'acide osmique est cependant certaine : car il noircit la graisse des cellules adipeuses situées en dehors du ganglion.

Sur des préparations de mésentère, les lymphatiques sont reconnaissables à l'existence de traînées de granulations blanches mélangées à des taches blanches réfringentes.

Dans le rein on aperçoit de fines granulations dans les épithéliums des tubuli contorti. Le contact de l'acide osmique ne les noircit pas. Les glomérules offrent aussi des granulations mais beaucoup moins nombreuses. On trouve très rarement une gouttelette d'huile dans un capillaire.

Dans la rate les sinus sanguins renferment de nombreux leucocytes gonflés de grains noircis par l'acide osmique.

Dans les poumons on ne voit que quelques globules blancs granuleux dans les vaisseaux.

Le foie présente dans ses vaisseaux capillaires d'assez nombreux globules blancs qui noircissent par l'acide osmique. L'absorption de l'huile par les cellules hépatiques paraît très restreinte. Toutefois quelques cellules contiennent des granules réfringents, qui noircissent par l'acide osmique.

Quelques gouttes d'huile dans l'aorte.

N° 23 (I). — 15 *septembre*, à 4 heures de l'après midi. Nous injectons par la sonde œsophagienne 25 grammes de l'émulsion suivante :

Jaunes d'œuf.	n° 2.
Huile de poisson	80 gr.
Ferro-cyanure de potassium . . .	5 gr.

Le 16 *septembre*, à 5 heures un quart de l'après-midi. Deuxième injection de 25 grammes de l'émulsion précédente.

A 8 heures du soir, nous poussons dans le péritoine 100 grammes de la solution saturée de sulfate de fer.

Le lapin meurt dans la nuit.

Autopsie le lendemain 17 septembre à 4 heures du soir.

Le canal thoracique est vide. Les ganglions thoraciques sont légèrement gonflés et de couleur jaunâtre (couleur de la solution de sulfate de fer).

Rien d'appréciable ne se voit sur le diaphragme.

Les vaisseaux lymphatiques du péritoine du mésentère et du gros intestin ont une coloration bleue.

Les vaisseaux sanguins, jusqu'aux plus petits capillaires du mésentère présentent la même coloration.

Dans le foie il existe de petites embolies capillaires bifurquées ou simples,

dans le voisinage desquelles on trouve des cellules du foie très granuleuses et nettement graisseuses. Toutes ces embolies noircissent par l'acide osmique. Les coupes sont très démonstratives.

Dans la rate on voit de nombreux globules blancs chargés de granules réfringents.

N° 24 (II). — 27 *septembre* 1881, à 1 h. 45. — Nous injectons dans le péritoine 100 grammes de pus provenant d'un empyême ponctionné le 27 août.

Ce pus, préalablement examiné au microscope, montre à 50 D quelques cristaux de forme losangique, à surface grisâtre granuleuse. De plus, on remarque des corps irréguliers granuleux de coloration plus foncée. A 250 D se montrent de nombreuses et fines granulations refringentes, graisseuses. Entremêlés avec ces dernières se voient d'innombrables granulations noirâtres. Çà et là de petits cristaux rouges d'hématoïdine. A 500 D, on aperçoit un nombre considérable de vibrions et de bactéries. Ces dernières se présentent sous forme de bâtonnets en général assez courts. A côté de ces vibrions et de ces bactéries animées se remarquent également d'innombrables points noirs agités de mouvements.

A 3 h. 10, des secousses et des tremblements dans les membres se produisent. Bientôt des convulsions généralisées apparaissent. La mort arrive à 3 h. 20.

Autopsie immédiate et examen histologique. — Le canal thoracique et les ganglions thoraciques sont gorgés d'un liquide blanchâtre.

Les vaisseaux lympatiques du péritoine sont distendus. Ils se voient avec une grande netteté.

Sur une préparation de mésentère, on voit : 1° dans les vaisseaux lymphatiques la plupart des éléments du pus décrits plus haut. On ne constate que peu de vibrions et de bactéries. Dans le sang de la veine mésaraïque se voient quelques globules blancs qui semblent chargés de points noirs.

Les sinus des ganglions thoraciques contiennent ces mêmes globules blancs en grand nombre, également chargés de points noirs. Quelques-uns sont à la surface ; d'autres ont pénétrés dans le corps cellulaire.

Le diaphragme présente une injection très nette blanchâtre de ses lymphatiques.

Les capillaires des lobules du foie et certaines ramifications plus importantes de la veine porte sont remplis d'embolies, constituées par des globules blancs, chargés de granulations noirâtres au nombre de 5, 10 et plus pour un seul globule, de globules de sang, de granulations, de graisse et çà et là de quelques cristaux rouges d'hematoïdine.

N° 25 (II). — *Le* 28 *septembre*, à 1 heure et demie. — Nous injectons dans la séreuse péritonéale 80 grammes de pus provenant d'un empyême pratiqué un mois auparavant et coloré par 100 gouttes de violet de méthylaniline.

La mort survient 40 minutes après l'injection. Elle est précédée par quelques convulsions.

Autopsie un quart d'heure après la mort. — Les vaisseaux lymphatiques du péritoine, mésentère, méso-colon, méso-iliaque, méso-rectum sont fortement injectés et colorés en violet. Sur le trajet de ces lymphatiques on voit très nettement, à l'œil nu, de fréquents renflements valvulaires. La plupart de ces lymphatiques accompagnent les vaisseaux sanguins; quelques-uns croisent leur direction. Plus rarement dans le mésentère on aperçoit des anastomoses entre deux régions vasculaires voisines.

Le pus injecté avec la matière colorante paraît présenter ce grand avantage de rester adhérent aux parois des vaisseaux. Quand l'anse intestinale et la partie attenante du péritoine sont détachées, on ne les voit pas se vider aussi facilement en se desséchant. Les vaisseaux restent dilatés. La citerne de Pecquet, très distendue, se voit sans difficulté.

Le diaphragme est également très bien injecté.

Le canal thoracique est extrêmement distendu. On peut le suivre jusqu'à son embouchure dans la veine sous-clavière gauche. Il suit jusqu'à la partie supérieure du thorax le côté droit de l'aorte. A deux centimètres et demi de son embouchure dans la veine, il reçoit un canal assez volumineux (la moitié environ du volume du canal thoracique); qui apporte la lymphe qui a traversé les ganglions du côté droit.

Les organes rein, foie, rate, ganglions sont immédiatement placés dans la gomme. Dix-huit heures après ils sont transportés dans l'alcool pour éviter autant que possible la diffusion de la matière colorante.

Examen histologique. — Belle injection des vaisseaux lymphatiques du mésentère, du méso-colon et du méso-rectum.

Les vaisseaux lymphatiques du diaphragme sont également très bien colorés et distendus.

Il n'existe dans les viscères, foie, rein, rate, poumons, que des embolies non colorées ; toute la matière colorante a diffusé dans l'alcool.

N° 26 (III). — *Le 30 septembre*, à 2 heures. — Nous injectons dans la cavité péritonéale 100 grammes de pus provenant d'un empyême pratiqué un mois auparavant auxquels nous ajoutons 7 grammes de carmin.

Le lapin accuse un peu de sensibilité pendant l'injection. Mort à 5 heures.

Autopsie immédiate. — Les vaisseaux lymphatiques du mésentère et du gros intestin sont gorgés d'une sérosité rosée, mais ne contiennent pas de grains de carmin. Ils s'affaissent un peu par la dessication.

Le diaphragme est magnifiquement injecté. Le canal thoracique est énorme et rouge. Les ganglions thoraciques sont volumineux et rouges.

Examen histologique. — Le rein présente des grains de carmin dans ses capillaires et dans les vaisseaux du glomérule. Dans ces derniers ils sont peu abondants. En même temps nous constatons une très forte injection sanguine

Les gros vaisseaux du foie sont bourrés de grains de carmin. Les capillaires des lobules en présentent un très grand nombre également. Les grains sont mélangés à des globules rouges et à des globules blancs.

Les poumons sont farcis d'embolies de tout calibre dans les gros vaisseaux comme dans les capillaires.

Le canal thoracique est rempli de grains de carmin.

Les réseaux lymphatiques du mésentère ne contiennent qu'un liquide rosé, sans grains de carmin. Au contraire, des grains se voient au milieu du sang des ramifications de la veine mésaraïque.

N° 27 (II). — *Le* 7 *octobre* 1881, à 11 heures du matin. — Nous injectons dans la cavité péritonéale le mélange suivant à 39°.

Gélatine, 4 feuilles (du commerce) dissoutes dans 20 grammes d'eau distillée. — Bleu de Prusse soluble, 100 grammes.

A 2 heures de l'après midi nous tuons le lapin en lui injectant 10 centigrammes de cyanure de potassium dans la cavité péritonéale.

Autopsie immédiate. — Les lymphatique du péritoine sont gorgés d'un liquide blanc.

Le diaphragme est très bien injecté, mais ses lymphatiques sont blancs.

Le canal thoracique contient un liquide blanc. Les ganglions thoraciques sont assez volumineux.

Examen histologiqne. — Des coupes pratiquées à l'état frais sur un ganglion ne permettent pas une étude suffisante.

Le foie contient un nombre considérable d'embolies bleues. Toute l'épaisseur du lobule en est criblée. On en voit également dans les veines sus-hépatiques. Dans un grand nombre de points ces embolies bleues sont constituées par des leucocytes bleus. Dans d'autres points on ne remarque qu'un leucocyte bleu entouré de globules rouges et de filaments bleus.

La rate contient également un certain nombre de leucocytes colorés en bleu, disséminés dans des vaissseaux sanguins à la périphérie des follicules clos. Quelques cellules des follicules au voisinage des tissus sont colorées en bleu pâle.

Les poumons sont criblés d'embolies bleues aussi bien dans les artères assez volumineuses que dans les capillaires. Ces embolies renferment de nombreux leucocytes colorés en bleu.

Le rein est très congestionné. Il y a même des points hémorrhagiques assez nombreux dans la substance corticale au voisinage des glomérules.

Dans toutes ces coupes les leucocytes paraissent avoir joué un grand rôle dans le transport de la matière bleue.

Les réseaux lymphatiques du diaphragme ont une coloration bleu tendre. Ils sont remplis d'une matière coagulée en masse amorphe et laissent voir un grand nombre de valvules très distinctes.

Les deux réseaux, l'un à mailles rectangulaires, l'autre à mailles irrégulières, sont très marqués.

L'injection est très démonstrative pour l'étude et la description de la circulation lymphatique du diaphragme.

N° 28 (I). — 8 *octobre* 1881, à 2 heures de l'après-midi.

Nous injectons dans la péritoine d'un lapin :

Pus (empyême datant d'un mois).	100 gr.
Bleu de Prusse en grains. . . .	20 gr.
Gélatine.	2 feuilles.

Le lapin meurt pendant la nuit.

Autopsie le 9 au matin. — Dans le péritoine existe une gelée bleue sous forme de masses de volume variable. Les lymphatiques du péritoine et du diaphragme sont vides. Le canal thoracique ne contient qu'un liquide blanchâtre transparent.

Les ganglions thoraciques sont d'un petit volume et offrent une coloration bleue.

Examen histologique. — Les vaisseaux capillaires du foie contiennent des embolies peu nombreuses d'un bleu pâle.

Le rein assez fortement congestionné offre çà et là dans la substonce médullaire des embolies assez importantes. Quelques-unes existent même jusqu'au voisinage des glomerules.

Quelques embolies bleues dans les vaisseaux sanguins de la rate.

Des masses amorphes colorées en bleu se voient dans les divisions de la veine mésaraique.

N° 29 (III). — 20 *octobre* 1881, à 2 heures et demie.

Nous injectons dans le péritoine :

Pus assez épais.	600 gr.
Carmin en poudre.	5 gr.
Violet de methylaniline	25 gouttes.

A 5 heures et demie, nous poussons quelques grammes d'alcool dans l'œsophage pour tuer le lapin.

Autopsie immédiate et examen histologique. — Les lymphatiques du mésentère et du péritoine du gros intestin sont gorgés d'un liquide blanchâtre. Ils ne contiennent pas de matière colorante. A l'état frais ils sont très visibles à l'œil nu et à un faible grossissement (50 D). Ils ont une teinte rosée. Leurs valvules sont peu distinctes.

Le diaphragme est magnifiquement injecté.

On voit les trois folioles du centre phrénique occupés par des réseaux rouges, de plus en plus délicats à mesure qu'on se rapproche de leur partie centrale, de plus en plus volumineux à mesure qu'on s'approche des parties périphériques. On voit naître de ces réseaux plusieurs troncs lymphatiques rouges qui se dirigent les uns en avant, les autres en arrière et forment les réseaux latéraux sous-pleuraux au-dessus des fibres musculaires du diaphragme. Deux gros troncs se détachent de ces derniers réseaux en avant, cheminent sur les attaches costales des fibres musculaires du diaphragme, puis remontent en arrière du sternum en accompagnant les vaisseaux mammaires internes. Deux troncs postérieurs naissent de ce même réseau et cheminent sur les piliers du diaphragme. Ils vont se jeter dans le canal thoracique.

Les ganglions lymphatiques sont absolument bourrés. Ils offrent à la coupe une coloration rouge presque uniforme. Quelques points blanchâtres représentent les follicules. La substance ganglionnaire est comme tassée, refoulée par l'injection. Les sinus périphériques comme les sinus centraux sont gorgés de carmin. Quelques vaisseaux sanguins contiennent également des grains.

Les poumons sont farcis d'embolies. Les gros vaisseaux comme les capillaires sont remplis de carmin.

Le foie congestionné contient également de nombreux grains de carmin dans les capillaires des lobules.

Quelques grains se voient çà et là dans les sinus de la rate.

Quelques grains existent dans les glomérules. L'injection sanguine est considérable (alcool).

N° 30 (III). — 12 *octobre* 1881, à 3 h. 10.

Nous injectons dans la séreuse péritonéale 75 grammes d'amidon, soluble préparé de la manière suivante : dans un ballon bien desséché nous mettons 100 grammes d'amidon; puis nous plaçons le ballon dans un bain-marie contenant de l'eau en ébullition. Nous l'abandonnons ainsi bien bouché pendant 20 minutes. Nous versons alors de l'eau très chaude sur l'amidon et nous filtrons.

Nous nous assurons que le liquide recueilli donne bien la coloration bleue intense avec la teinture d'iode.

Deux heures après l'injection le lapin est sacrifié par l'injection de 15 gr. d'alcool dane le tube digestif.

Autopsie immédiate. — Le péritoine est lavé à l'eau froide, de manière à le débarrasser de tout ce qui n'a pas été absorbé. Les lymphatiques du mésentère, du gros intestin, sont gorgés d'un liquide blanc qui tient en suspension des grains blanchâtres. Cependant le séjour même longtemps prolongé de ces parties dans la teinture d'iode ne donne pas de réaction bleue.

De la teinture d'iode, étendue d'alcool est laissée pendant une demi-heure dans les plèvres sans résultat. Le canal thoracique présente une coloration bleuâtre à peine sensible.

Les ganglions lymphatiques blancs sont légèrement injectés.

N° 31 (II). — 14 *octobre* 1881, à 5 heures du soir. Nous injectons dans la cavité péritonéale 100 grammes de pus crémeux datant de trois semaines, que nous colorons avec le mélange suivant :

Amidon soluble. .	10 gr.
Teinture d'iode. .	20 gouttes.

Le bleu ainsi formé ne donne qu'une coloration très peu intense avec le pus. Aussi nous y ajoutons 100 gouttes de violet de méthylaniline.

Le lapin meurt dans la nuit.

Autopsie le 15 au matin. — Les vaisseaux lymphatiques sont peu gorgés. Le diaphragme a ses vaisseaux lymphatiques colorés en bleu et bien injectés. Les ganglions thoraciques sont assez volumineux et également bleus.

Examen histologique. — Le poumon est le siège d'assez nombreuses embolies capillaires. Ces embolies paraissent être constituées pour la plupart par des globules blancs colorés en violet. On aperçoit dans des artères assez volumineuses des leucocytes colorés en violet.

Les capillaires des lobules hépatiques sont remplis de granulations noires,

et de granulations plus volumineuses colorées en bleu. Dans des vaisseaux plus importants (ramification de la veine porte extra-lobulaire), on aperçoit un certain nombre des éléments du pus injecté, particulièrement des granulations réfringentes, des grains colorés en bleu et des leucocytes violets. Ceux-ci sont assez rares.

Dans la rate se rencontrent quelques rares amas de grains violets et de nombreux cristaux d'hématoïdine.

Nous ne trouvons rien à noter du côté du rein.

Le ganglion contient dans ses sinus lymphatiques les éléments du pus injectés colorés en bleu et en violet. On y remarque encore de nombreux cristaux d'hématoïdine et une multitude de grains noirs immobiles.

Le sang des divisions des veines mésaraiques, le sang des vaisseaux du diaphragme est violet. Les lymphatiques du mésentère et du diaphragme sont colorés en violet pâle; de plus la couleur violet a diffusé autour des vaisseaux, ce qui rend la préparation peu nette.

N° 32 (I). — Le 19 octobre 1881, à 4 heures. Nous injectons dans le péritoine 100 grammes de la solution suivante :

Albumine.	60 gr.	»
Eau distillée	1000 gr.	»
Acide salicylique	2 gr.	50 cent.

A partir de 5 h. 15 nous injectons 3 fois successivement à 15 minutes d'intervalle 60 grammes de la solution suivante :

Perchlorure de fer à 45°.	10 gr.	»
Eau distillée	400 gr.	»

A 6 heures nous tuons le lapin avec 15 grammes d'alcool introduit dans les voies digestives.

Autopsie. — Les voies lymphatiques (péritoine, diaphragme, canal thoracique, ganglions thoraciques) sont gorgés, mais blancs.

Des portions de mésentère étendues sur des plaques de verre et traitées par la solution de perchlorure de fer ne se colorent pas. Des ganglions lymphatiques mis dans le perchlorure de fer ne se colorent pas.

L'urine se colore en violet foncé, lorsqu'on la traite par le perchlorure de fer.

A l'examen microscopique nous ne notons que la conservation parfaite des éléments et la netteté de délimitation des épithéliums.

N° 33 (I). — Le 20 octobre 1881, à 1 h. 20 du soir. Nous injectons dans la cavité péritonéale 100 grammes de la solution suivante :

Albumine.	90 gr.	»
Eau distillée.	1000 gr.	»
Acide salicylique.	2 gr.	50 cent.

Le lapin est tué à 3 h. 25 par l'injection dans les voies digestives de 15 grammes d'alcool.

Autopsie immédiate. — Les lymphatiques sont gorgés et blancs, particulièrement les lymphatiques du mésentère, qui forment des troncs assez volumineux le long des vaisseaux sanguins, troncs pour la plupart rectilignes, quelques-uns présentant cependant des anastomoses.

Nous essayons sur deux préparations du mésentère, la réaction du perchlorure de fer. Celle-ci ne s'opère que très médiocrement.

Sur deux autres préparations nous versons de l'acide pyrogallique. Nous versons également de l'acide pyrogallique sur le diaphragme.

Nous plaçons un ganglion thoracique dans une solution au tiers d'acide pyragallique.

Les organes sont placés dans une solution étendue de perchlorure de fer à (10 gr. de perchorure de fer à 45° pour 400 grammes d'eau).

Examen histologique. — L'acide pyrogallique colore tous les éléments, vaissseaux lymphatiques, vaisseaux sanguins, nerfs. Les préparations laissent assez bien voir les valvules des lymphatiques du mésentère.

Rien comme coloration n'est obtenu sur les préparations traitées par le perchlorure de fer.

L'examen des divers organes donnent des résultats négatifs.

N° 34 (III). — *Le* 21 *octobre* 1881. — Nous injectons dans la cavité péritonéale d'un lapin l'émulsion suivante :

Huiles d'amandes douces	30 grammes
Solution albumineuse (60 p. 100) . . .	30 grammes
Un cristal de carbonate de soude.	

Le lapin est sacrifié 3 heures plus tard.

Nous recueillons seulement les ganglions thoraciques.

Des coupes de ces ganglions, convenablement traités par l'acide osmique, nous montrent les sinus renfermant de très nombreuses granulations et gouttes de graisse noires. Des leucocytes sont remplis de granulations noires. La substance ganglionnaire est également colorée mais inégalement. Le centre des follicules a conservé à peu près sa coloration blanche normale. Au contraire leur écorce, dans une très notable épaisseur est noire brunâtre.

La coloration noire est d'autant plus intense qu'on se rapproche de la paroi lymphatique.

Il n'est pas douteux qu'une notable partie de la matière grasse absorbée ait passé à travers la couche endothéliale lymphatique et ait pénétré dans l'épaisseur de la substance ganglionnaire. Pour certains follicules, la pénétration a été beaucoup plus importante que pour d'autres, car ils sont colorés jusqu'à leur partie centrale. Quant aux travées ganglionnaires séparant les sinus de la partie centrale du ganglion, elles sont colorées dans toute leur épaisseur.

N° 35 (I). — *Le* 6 *novembre*, à 2 heures de l'après-midi. — Nous injectons dans la cavité péritonéale l'émulsion suivante :

Solution albumineuse (à 60 p. 6000) . .	30 grammes
Huiles d'amandes douces.	30 grammes
Un cristal de carbonate de soude.	

Nous sondons le lapin et nous examinons immédiatement son urine. Cette

urine est claire et alcaline. Elle ne contient aucun globule pouvant ressembler à des gouttes de graisse.

Une demi-heure après nous examinons l'urine recueillie avec la sonde. Elle est encoré claire et ne présente que quelques fines granulations, dont quelques-unes seulement se colorent par l'acide osmique.

A 3 heures, un second examen nous révèle l'existence dans l'urine d'un certain nombre de fines gouttelettes se colorant par l'acide osmique.

A 4 heures, l'existence de gouttelettes d'huile, un grand nombre assez fines, quelques-unes un peu plus volumineuses, qui se colorent par l'acide acétique et l'acide osmique ne sont plus douteuses. De plus on remarque dans le champ de la préparation plusieurs amas de cristaux très fins en aiguilles, couchés obliquement les uns uns sur les autres. Ces cristaux sont blancs. Il est probable qu'il s'agit là de cristaux d'acide hippurique.

Le 7 novembre, le lapin va bien. La plaie abdominale est en bon état. L'urine contient de nombreuses gouttelettes très refringentes se colorant par l'acide osmique.

Le 9 novembre, l'urine est opaque, très chargée, en débris épithéliaux. Elle laisse déposer des cristaux et ne contient plus que quelques rares et très fines gouttelettes de graisse.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche VI.

Fig. 1.— Grossissement : 80 D.— Diaphragme de lapin avec le sternum et les cartilages costaux, S, grandeur naturelle, présentant les lymphatiques colorés en rouge. Cette coloration est le résultat d'une injection dans la cavité péritonéale d'un mélange de pus liquide et de carmin en poudre (voyez Exp. 26, page 22) qui a pénétré dans les lymphatiques du centre aponévrotique du diaphragme.

p, réseau lymphatique pleural superficiel irrégulier.

l, réseau lymphatique intertendineux, remarquable par sa disposition à angle droit.

m, troncs suivant les mammaires sur la face postérieure des cartilages costaux et aboutissant aux ganglions de l'orifice supérieur de la cage thoracique.

d, troncs postérieurs situés sur les piliers du diaphragme et se rendant directement au canal thoracique.

v, artère diaphragmatique.

Fig. 2. — Lymphatiques accompagnant les vaisseaux dans le mésentère. Ils montrent nettement la disposition de leurs insertions valvulaires. Grâce à un artifice indiqué page 347, Exp. 6, nous avons obtenu la coloration bleue exclusive des parois du vaisseau et des insertions valvulaires des lyphatiques. — Grossissement : 80 D.

Fig. 3. — Elle montre deux lymphatiques accompagnant les vaisseaux sanguins du mésentère. On y voit une transformation remarquable de l'épithélium des lymphatiques. Les contours festonnés deviennent presque rectilignes et ressemblent à ceux de l'épithélium des veines.— Grossissement : 250.

Planche VII.

Fig. 4. — Coupe d'un ganglion lymphatique situé à l'ouverture supérieure du thorax. Après injection dans la cavité péritonéale de bleu de Prusse soluble (Exp. 18, page 30) ; il y a eu absorption de la matière colorante par les vaisseaux lymphatiques du centre phrénique. Elle est parvenue ainsi dans les voies lymphatiques du ganglion. Elle a été secondairement absorbée par le corps cellulaire des leucocytes circulant dans ces voies et par le corps cellulaire des épithéliums tapissant les canaux.

e, épithélium coloré en bleu dans son corps cellulaire, mais dont le noyau est resté incolore.

l, leucocytes présentant également un corps cellulaire bleu et un noyau indemne. Beaucoup de leucocytes sont absolument incolores.

a, vaisseaux sanguins.

b, substance ganglionnaire qui les entoure et forme tantôt une ceinture peu épaisse, C, tantôt des amas considérables autour d'eux (follicules *f*.).

S, sinus périphérique.

R, sinus centraux, larges cavités formant réseau à mailles serrées.

X, vaisseau sanguin entouré d'une véritable gaîne lymphatique.

Q, capsule fibreuse du ganglion.

H, tissu conjonctif du Hile.

Fig. 5. — Grossissement : 200 D. Même explication.

Planche VIII.

Fig. 6. — Grossissement : 80 D. — Coupe du foie d'un lapin injecté avec une solution d'albumine tenant du carmin en poudre en suspension. Les embolies sont colorées en rouge.

Fig. 7. — Grossissement : 80 D. — Coupe du rein d'un animal injecté dans les mêmes conditions. Les vaisseaux sanguins (V) contiennent le carmin en grains. Les canaux urinifères collecteurs des papilles contiennent une solution albumineuse de carmin, sous forme de coagulums transparents.

Fig. 8. — Grossissement : 500 D. — Même explication.

Fig. 9. — Coupe du tissu propre de la rate d'un lapin dont les vaisseaux étaient distendus par suite d'obstacle à la circulation dans le foie rempli d'embolies capillaires. On y voit avec netteté l'épithélium des voies sanguines et la disposition des vaisseaux par rapport à la substance propre de la rate. — Grossissement : 500 D.

Fig. 10. — Dessin de quelques-unes des trabécules de l'intérieur des sinus lymphatiques du ganglion (fig. 4 et 5). Les unes sont simplement formées par l'épithélium du vaisseau, les autres présentent à leur centre quelques cellules du ganglion et sont recouvertes d'épithéliums. La coloration isolée du corps cellulaire, à l'exclusion du noyau, est ici très évidente — Grossissement : 500 D.

RECHERCHES

SUR LA

SPERMATOGENÈSE CHEZ LES SÉLACIENS

Par G. HERRMANN

(PLANCHES XXIV, XXV ET XXVI.)

L'appareil génital des poissons cartilagineux présente des particularités anatomiques et physiologiques du plus grand intérêt qui ont attiré depuis fort longtemps l'attention des observateurs. Il a été l'objet d'une série de travaux, même en ce qui concerne son étude histologique. Pour la structure du testicule en particulier, nous citerons parmi les auteurs déjà anciens ayant écrit sur ce sujet : E. Hallmann (1), Lallemand (2), Vogt et Pappenheim (3), Bruch (4).

Nous n'aurons que peu d'emprunts à faire à ces divers travaux pour le point spécial que nous nous proposons de traiter ici ; par contre, nous trouverons des renseignements d'une réelle importance dans des publications plus récentes de La Valette Saint-Georges (5), Semper (6) et Balbiani (7), dont nous aurons à utiliser les données dans le cours de ce mémoire.

Nos recherches, dont les résultats ont déjà été en partie communiqués à l'Académie des sciences (8), ont été faites au la-

(1) Ueber den Bau des Hodens u. die Entwickelung der Samenthiere der Rochen. Müller's Archiv., 1840.

(2) Observations sur le développement des zoospermes de la raie. *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XV, 1841.

(3) Recherches sur l'anatomie comparée des organes de la génération chez les animaux vertébrés. *Ann. des sc. nat.*, 4e serie, t. XII, 1859.

(4) Étude sur l'appareil de la génération chez les Sélaciens (Th. Strasbourg, 1860).

(5) Stricker's Handbuch, 1871.

(6) Das Urogenitalsystem der Plagiostomen. Arb. aus dem zool. Institut in Würzburg, 1875.

(7) Comptes rendus de l'Académie des sciences. Paris, 1873, et Génération des vertébrés, 1879.

(8) G. Herrmann. Note sur la spermatogenèse chez les Sélaciens. Acad. sc., 21 novembre 1881, et dans Ch. Robin, art. SPERME (*Dictionn. encyclopéd.*).

boratoire maritime de Concarneau. Comme elles ont porté principalement sur le mode de formation des filaments spermatiques, nous nous contenterons de résumer brièvement, en nous aidant des travaux précités, les notions d'anatomie et d'embryogénie indispensables pour l'intelligence du sujet. Nous suivrons surtout le remarquable mémoire de Semper, à qui revient le mérite d'avoir déterminé nettement la structure et le développement du système urogénital des plagiostomes et qui ne laisse plus après lui que des points particuliers à approfondir.

Après avoir donné quelques indications générales relatives à l'anatomie descriptive et à la structure du testicule chez les Sélaciens, nous aborderons l'étude de la spermatogenèse.

Pour donner une description complète de cette dernière, nous devrons passer en revue successivement :

1° L'origine première des cellules génitales (ovules mâles) et leur évolution durant la vie embryonnaire.

2° L'évolution des ovules mâles chez l'adulte, qui comprend :

A. La formation des spermatoblastes aux dépens des ovules mâles.

B. La formation des spermatozoïdes aux dépens des spermatoblastes.

CHAPITRE I.

§ 1. — Forme et situation des testicules.

La forme des testicules est assez variable ; parmi les poissons que nous avons eu l'occasion d'examiner, la conformation la plus simple et la plus répandue est celle que l'on trouve dans le genre Scyllium. Les testicules sont situés à la partie dorsale de la cavité abdominale ; ils représentent deux masses cylindriques plus ou moins comprimées, s'étendant en longueur sur la moitié ou sur les deux tiers antérieurs de l'abdomen. L'extrémité antérieure est assez régulièrement arrondie, la postérieure va en s'amincissant et se fixe au corps épigonal.

Chez l'ange de mer, le cylindre est incomplètement divisé en une série de tronçons par des étranglements en forme d'incisures profondes situées alternativement sur le bord interne ou

sur le bord externe de l'organe, et ce dernier offre, en raison de cette circonstance, un aspect bosselé tout particulier.

Les raies possèdent un testicule discoïde, mince et allongé, à grand axe antéro-postérieur, et dont la surface est divisée en un grand nombre de petits lobules arrondis et saillants ; l'ensemble rappelle assez, par son apparence, les reins lobulés des cétacés, par exemple. Les rapports avec le corps épigonal sont aussi plus intimes que dans les espèces précédentes.

§ 2. — Structure.

Malgré cette diversité au point de vue de l'aspect extérieur, la structure histologique est partout identique quant à ses traits fondamentaux.

Les canalicules séminifères issus des gros conduits du rete testis se terminent à leur extrémité phériphérique par des dilatations ampullaires dans lesquelles se forment les éléments figurés du sperme. Ces ampoules, dont les plus grandes ont un peu moins d'un demi-millimètre de diamètre, constituent la majeure partie du parenchyme testiculaire ; les plus petites sont à peine visibles à l'œil nu, et un examen attentif fait constater au premier coup d'œil que les grosses et les petites ne sont pas entremêlées au hasard, mais qu'elles affectent, suivant leur volume, une situation déterminée, qui est constamment la même pour tous les poissons de ce groupe.

Prenons comme exemple le testicule cylindroïde des roussettes. Sur une coupe perpendiculaire au grand axe, on voit que les plus petites ampoules sont localisées en un point très limité de la région externe de l'organe et tout près de la surface ; le diamètre de ces parties augmente graduellement à mesure qu'on s'éloigne de ce point ; il acquiert son maximum vers le tiers interne, pour subir de nouveau une légère diminution quand on s'approche du bord spinal aux environs des gros canaux collecteurs. A cet endroit, les ampoules deviennent blanchâtres et présentent une opacité particulière qui contraste avec la transparence des ampoules incolores placées plus en dehors.

La région des petites ampoules est indiquée par une mince bandelette blanche située à la surface dorsale du testicule et régnant sur toute la longueur de l'organe à peu de distance de son bord externe : c'est le *pli progerminatif* (Vorkeimfalte) de

Semper. C'est un cordon longitudinal de tissu conjonctif dense renfermant dans son épaisseur des éléments particuliers; sa forme est celle d'un prisme à trois pans, dont un côté correspond à la surface libre, tandis que l'arête opposée s'enfonce dans le parenchyme sous-jacent où elle se prolonge en minces cloisons longitudinales qui limitent ainsi des loges irrégulièrement prismatiques. C'est dans ces dernières que se trouvent les ampoules séminifères, réunies en grappes qui se présentent sur les coupes transversales comme des lobes triangulaires, dont le sommet répond au pli progerminatif et dont la base très élargie se dirige vers la portion interne du testicule où se trouvent les gros conduits du rete testis.

Les ampoules opaques de cette dernière région sont celles qui sont arrivées à maturité et renferment des spermatozoïdes tout formés. Ainsi que l'a démontré Semper, elles s'atrophient après avoir vidé leur contenu dans les canaux collecteurs; le pli progerminatif fournissant incessamment de nouvelles ampoules jeunes qui évoluent comme les précédentes et les remplacent au fur et à mesure qu'elles arrivent au terme de leur activité. C'est ce qui fait que l'on peut étudier simultanément, sur le même animal, tous les stades de la spermatogénèse, celle-ci se faisant d'une manière continue pendant toute l'année. Pourtant elle est plus active au printemps et en été, et subit une diminution notable en hiver où les testicules sont bien moins volumineux en général.

Une disposition analogue à celle qui vient d'être décrite existe chez tous les Sélaciens. Dans le testicule de la raie, par exemple, il existe une petite région progerminative pour chaque lobule, et le mécanisme de la spermatogénèse est absolument le même.

§ 3. — **Développement des ovules mâles chez l'embryon** (d'après Semper).

L'épithélium germinatif se montre dans la cavité abdominale des embryons de plagiostomes, sous forme d'une bande longitudinale de cellules cylindriques.

Un certain nombre de ces cellules grossissent et deviennent de gros éléments sphériques présentant çà et là, dans leur protoplasma cellulaire des gouttelettes graisseuses isolées ou

réunies en amas : ce sont les *ovules primitifs* (Ureier) qui se multiplient de façon à constituer des *agglomérations d'ovules primitifs* (Ureiernerster). Cet épithélium s'invagine ensuite dans le tissu sous-jacent sous forme de cordons, plus ou moins ramifiés, *cordons progerminatifs*. A mesure que ces derniers s'allongent et progressent, les deux espèces de cellules dont ils sont composés prolifèrent, une lumière centrale se dessine, présentant des cellules étoilées qui se résorbent bientôt, et ainsi les cordons se sont changés en *tubes progerminatifs*. Peu à peu l'épithélium cylindrique qui tapisse les tubes forme une couche plus régulière ; les grosses cellules (ovules mâles) font une saillie de plus en plus prononcée en dehors des tubes et constituent les *follicules primordiaux* (ampoules séminales primitives). Ces tubes forment la portion externe du rete testis et se mettent en communication avec les canaux venus du corps de Wolff. Les ampoules ne communiqueront librement avec ces conduits qu'au moment de la déhiscence.

En examinant des raies très jeunes, nous avons constaté sur la face dorsale du corps épigonal un certain nombre de petites taches grisâtres répondant chacune à un lobule testiculaire en voie de formation. On voit de minces conduits ramifiés, partant de l'épithélium superficiel et allant se terminer par des ampoules dont plusieurs présentent déjà des ovules en voie de segmentation. Les canalicules sont tapissés par un épithélium prismatique très régulier, non entremêlé d'ovules, et l'ensemble présente sur les coupes l'aspect d'une petite glande en grappe à acini très volumineux.

Nous n'avons pas pu déterminer à quel moment l'épithélium germinatif cesse d'être en communication avec les tubes progerminatifs.

CHAPITRE II.

Ovules mâles étudiés chez l'adulte, leur transformation en cellules mères de spermatoblastes.

On peut diviser le testicule étudié sur une coupe transversale en trois zones :

1° Une externe, contiguë au pli progerminatif, où les ampoules augmentent progressivement de diamètre ;

2° Une moyenne où elles atteignent leur plus grand volume et sont remplies de spermatoblastes;

3° Une zone interne où l'on observe la spermatogénèse proprement dite et la déhiscence des ampoules.

Nous avons représenté sur la première planche les stades les plus caractéristiques de l'évolution des ovules mâles chez l'adulte. Les éléments isolés ont été figurés tels qu'on les voit sur le tissu dissocié après fixation par l'acide osmique, ainsi qu'il sera dit plus loin. Quant aux coupes, elles se rapportent également, jusqu'à la figure 10 inclusivement, à des pièces fixées par l'acide osmique en solution concentrée et durcies ensuite par l'alcool absolu. Nous nous sommes servi également avec succès, surtout pour les jeunes ampoules, de l'action successive de l'acide osmique concentré et de l'acide chromique à 3 pour 1000. Pour le pli progerminatif en particulier, les mélanges à parties égales de ces deux acides, ou encore d'acide osmique et d'alcool à 36°, nous ont donné quelques résultats satisfaisants.

Transformation des ovules mâles en ampoules séminales. — Lorsqu'on examine la bandelette de tissu conjonctif qui dessine le trajet du pli progerminatif chez une roussette (scyllium catulus) pas trop âgée, on voit qu'elle renferme dans son épaisseur des cordons longitudinaux de cellules génitales primitives ou ovules mâles; ces cordons sont pleins, se ramifient de distance en distance, et leur diamètre varie de 0,025 millimètre à 0,070 millimètre environ.

Sur une coupe transversale de la bandelette, on constate que ces cordons sont formés par deux espèces de cellules : (planche I, fig. 1).

1° De grandes cellules arrondies ou ovoïdes *o*, à corps cellulaire transparent, finement granuleux, mesurant 0,025 à 0,030 millimètre suivant son plus grand diamètre. Chacune d'elles présente, dans une situation généralement centrale, un noyau sphérique ou elliptique, à bord net, très finement grenu (diamètre, 0,011 millimètre) se teintant peu par le carmin et renfermant un gros nucléole arrondi et très réfringent (diamètre, 0,002 à 0,003 millimètre). Çà et là, épars dans le corps cellulaire, isolés ou réunis par groupes plus ou moins volumineux, on aperçoit des grains très réfringents *g*, de forme souvent irré-

gulière et anguleuse, fortement noircis par l'acide osmique, et décrits par Semper comme des gouttelettes graisseuses.

Ainsi constitués, ces éléments se reconnaissent au premier coup d'œil comme étant les ovules mâles nés dans l'épithélium germinatif, soit à la surface libre du pli génital, soit dans les involutions de cet épithélium. Ils sont juxtaposés en séries linéaires sur une à quatre rangées, formant ainsi la portion la plus apparente des *cordons de Pflüger mâles*.

2° Interposés à ces ovules, se moulant sur les interstices qu'ils laissent entre eux, fréquemment appliqués sur eux en forme de calottes superficielles, se voient des éléments beaucoup moins volumineux, qui se montrent sur les coupes transversales comme des croissants grenus et très opaques (fig. 1 *n*) dans lesquels on distingue parfois de petits noyaux à peine visibles (fig. 1 *n*').

Sur les préparations obtenues par dissociation après fixation par l'acide osmique concentré (planche I, fig. 1 bis et 2 *n*), ces éléments se présentent bien plus nettement comme des cellules granuleuses, de forme irrégulière, renfermant de un à quatre ou cinq noyaux ordinairement ovoïdes (0,004 à 0,009 millimètre de diamètre), munis d'un nucléole brillant qui souvent est seul visible dans le protoplasma opaque constituant le corps cellulaire. Ce dernier peut être assez abondant, mais parfois on distingue à peine une mince zone débordant un peu le noyau. Souvent ces cellules prennent une forme allongée, se juxtaposent au nombre de trois ou quatre à la surface d'un ovule (fig. 2 *n*''), ce qui a pu les faire considérer alors comme des gemmes issues de ce dernier. Mais leur indépendance est facile à constater par la dissociation (fig. 1 bis et 2 bis); fréquemment aussi il arrive que sur des files longitudinales obtenues par dilacération de la bandelette (comme celle de la fig. 2), un ovule se trouve séparé de ses voisins, et l'on voit alors une sorte de loge arrondie marquant la situation qu'il occupait, et limitée sur son pourtour par les petites cellules qui entouraient et encadraient cet ovule en quelque sorte et qui sont demeurées en place après sa chute.

Telle est la structure des cordons génitaux les plus simples et les moins avancés en évolution (fig. 1, F^1, F^2).

Il faut remarquer que les ovules, pressés les uns contre les

autres, se compriment réciproquement, et que là où il n'y a pas de petites cellules interposées, il est souvent impossible de distinguer le plan de séparation. Souvent aussi leurs noyaux s'allongent ou se déforment de diverses manières et renferment deux ou trois nucléoles. Pourtant nous n'avons jamais observé nettement sur ces éléments isolés des phases de segmentation nucléaire ou cellulaire; jamais non plus nous n'avons trouvé un ovule renfermant deux noyaux.

Le tractus ovulaire forme dans tous les cas un cylindre plein, assez régulièrement calibré, entouré par un tissu cellulaire à fibres serrées, à corps fibro-plastiques assez gros et affectant volontiers autour des ovules une disposition en zones concentriques (fig. 1).

Sur les cordons plus épais (fig. 1, F^3), outre l'augmentation numérique des deux ordres d'éléments constituants, il faut signaler la présence de noyaux granuleux *m* assez semblables à ceux des petites cellules *n*, *n'* mais deux ou trois fois plus gros et aussi plus éloignés des ovules.

Ampoules de la zone externe étudiées sur les coupes.— Si maintenant nous quittons les cordons inclus dans la bandelette conjonctive pour examiner les ampoules testiculaires qui avoisinent cette dernière, nous voyons que les éléments qui les constituent ressemblent beaucoup à ceux qui viennent d'être décrits. Ce sont encore (fig. 3) les mêmes ovules *o* entourées par les mêmes cellules à petits noyaux grenus *n*, mais la configuration générale s'est modifiée sensiblement.

Au lieu de former de longues traînées cylindriques, ces éléments sont réunis en petits groupes arrondis entourés d'une mince membrane limitante, et constituent les *follicules primordiaux* (Semper) ou *ampoules séminifères* à leur premier stade. En outre les cellules s'écartent les unes des autres vers le centre du follicule, de manière à laisser une petite cavité anguleuse. On voit que les petites cellules se sont multipliées d'une façon notable et forment, par places, des amas au sein desquels on distingue jusqu'à huit ou dix noyaux de diverses grandeurs; d'autres cellules, plus volumineuses, isolées des précédentes, munies d'un noyau grossièrement grenu, tiennent en quelque sorte le milieu entre les ovules et leurs petites cellules marginales, les unes se rapprochant plutôt de celles-ci, tandis que

d'autres rappellent plutôt les premiers par leur aspect et par leurs dimensions (fig. 3, *m*).

Le mécanisme d'après lequel les cordons du pli progerminatif se segmentent en petits groupes cellulaires ou follicules primordiaux du testicule paraît difficile à déterminer sur l'adulte. Semper a vu sur les embryons les ovules faire en dehors des cordons déjà creusés d'une cavité centrale, un saillie de plus en plus prononcée jusqu'à ce qu'ils ne soient plus en contact avec le cylindre épithélial que par un point de leur surface. Nous avons déjà dit que cet auteur incline à faire provenir les petites cellules d'une gemmation superficielle des ovules. Quant à l'excavation centrale des ampoules il croit qu'elle se produit par résorption d'une ou de plusieurs cellules, ainsi qu'il l'a observé sur les tubes de Pflüger mâles durant la vie embryonnaire. D'après ce que nous avons pu voir, l'excavation nous a paru résulter, au moins dans la majorité des cas, d'un simple écartement des cellules; comme si l'augmentation de ces dernières en nombre et en volume ne suffisait pas pour maintenir à l'état de réplétion complète les ampoules dont la capacité s'accroît rapidement.

En tous cas, dès le moment où l'on peut distinguer une cavité centrale, l'ampoule est placée à l'extrémité d'un petit tube épithélial qui représente le rudiment du conduit excréteur et se réunit à d'autres canaux semblables pour constituer des troncs plus gros communiquant avec le rete testis. A l'endroit où ce conduit, dont la lumière est à peu près nulle à ce moment, vient se fixer à l'ampoule, les petites cellules de cette dernière prennent une forme très allongée, ainsi que leurs noyaux, et forment un amas qui obstrue l'orifice d'abouchement (fig. 3 et 4, *t*). Cet état, ainsi que l'a indiqué Semper, persiste jusqu'au moment où les spermatozoïdes sont expulsés de l'ampoule une fois parvenue à sa maturité.

Au stade suivant (fig. 4) l'ampoule ou follicule atteint un diamètre total de 0,042 millimètre, dont 0,016 millimètre pour l'excavation centrale (*c*). Cette dernière a pris une forme arrondie et les éléments cellulaires qui la bordent constituent une couche régulière épaisse de 0,013 millimètre environ. Cette couche renferme : 1° des ovules beaucoup plus nombreux et un peu plus petits que ceux qu'on trouvait précédemment, mais

ayant conservé tous leurs caractères; cependant les petits amas de granulations graisseuses deviennent beaucoup plus rares et tendent à disparaître. Nous désignerons dorénavant ces ovules ou cellules ovulaires dont la multiplication croissante sera la caractéristique principale du développement ultérieur des follicules, sous le nom de *cellules ovulaires ou de la grosse variété*, *grosses cellules*, et nous leur conserverons sur les figures la lettre *o* déjà employée pour les ovules primitifs.

2° Entre ces grosses cellules ovulaires et autour d'elles on retrouve les petites cellules *n* sous toutes les formes successives observées plus haut; seulement elle ne s'accumulent plus en quelques points, comme dans la figure 3, et sauf le petit amas de cellules allongées *t*, elles sont isolées, ou par groupes de deux ou trois; quelques-unes s'appliquent encore en forme de croissant (coupe optique de calottes superficielles) sur les cellules *o*; la plupart remplissent les espaces qui restent entre ces dernières et la paroi propre de l'ampoule. Les formes intermédiaires *m* entre les grosses cellules *o* et les petits éléments granuleux *n* sont nombreuses et fort nettes.

La conformation générale des ampoules plus avancées que nous représentons ensuite fait constater également une multiplication croissante des cellules, et une augmentation corrélative du volume des follicules. Mais on observe de plus une tendance manifeste des cellules à constituer des séries linéaires affectant une disposition rayonnée autour du centre de l'ampoule ; et cette apparence va en s'accentuant à mesure que les cellules se superposent en rangées de plus en plus en plus nombreuses, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte en jetant un coup d'œil sur les figures 5 à 8.

En même temps que les grosses cellules ovulaires constituent ainsi un nombre croissant de plans superposés et concentriques les uns aux autres à partir de la paroi folliculaire, les petites cellules et les formes intermédiaires se pressent à la partie interne où elles forment en quelque sorte une couche de revêtement présentant un aspect épithélial très prononcé et limitant immédiatement la cavité centrale.

Les figures permettent de suivre pas à pas ces transformations successives des petits follicules primitifs en ampoules volumi-

neuses renfermant un nombre de cellules de plus en plus considérable.

L'ampoule de la figure 5 a un diamètre total de 0,06 millimètre, l'épaisseur uniforme de la couche cellulaire étant de 0,024 millimètre. Cette couche comprend, en moyenne, deux rangées d'éléments, la plus externe formée surtout par les cellules ovulaires *o*, la plus interne composée presque exclusivement de petites cellules (*n*) et de cellules intermédiaires (*m*) affectant presque toutes une forme conique. (Tel est du moins l'aspect qu'elles ont sur les coupes, mais en réalité tous ces cônes se déforment par compression réciproque, et représentent des pyramides à trois, quatre ou cinq pans, de dimensions fort variables. Nous continuerons cependant, pour plus de simplicité, à nous servir des expressions *cellules coniques*, *cellules conoïdes*, etc.) D'autres ont l'aspect déjà connu de croissants ou de triangles opaques (*c*) à un ou plusieurs noyaux, interposés aux grosses cellules *o* de diverses façons (*i*,) et situés souvent au contact de la paroi folliculaire (*p*). Quelques-unes d'entre-elles constituent même des colonnes protoplasmiques *i*" qui s'étendent depuis le bord de la cavité jusqu'à la membrane d'enveloppe de l'ampoule et contiennent une file de quatre à cinq noyaux.

En plusieurs points l'on voit que là où il y a deux cellules superposées, celles-ci affectent des rapports particuliers et dont on est frappé à la première inspection des préparations. Le noyau de la cellule interne qui appartient souvent par son aspect granuleux, légèrement opaque, et par ses dimensions, au type des cellules intermédiaires *mm'*, offre l'aspect d'un cône dont le sommet arrondi est dirigé vers la lumière centrale que la cellule contribue à border; sa base, au contraire est excavée et répond à la convexité du noyau sphérique de la cellule périphérique. Souvent ces deux noyaux se touchent, et ne sont séparés que par une ligne courbe à concavité tournée vers l'extérieur, de sorte qu'en réalité on a sous les yeux une seule cellule allongée, conoïde, à deux noyaux *m'*. Nous reviendrons en détail, un peu plus bas, sur cette disposition caractérisée par l'emboîtement d'un noyau dans la base de l'autre et sur laquelle Semper à déjà insisté avec juste raison.

La multiplication des cellules et leur disposition en séries

rayonnantes dont les éléments les plus internes forment la couche d'aspect épithélial qui borde la cavité centrale, s'observent de la façon la plus évidente sur l'ampoule que nous figurons ensuite (fig. 6), de même que l'augmentation du volume total (diamètre de l'ampoule : 0,090 millimètre; épaisseur de la couche cellulaire : 0,030 millimètre).

Les cellules forment trois rangées concentriques en moyenne. Celles de la petite variété *n* se pressent de plus en plus dans la partie interne pour constituer la bordure de l'excavation ampullaire; elles y sont fréquemment superposées au nombre de deux ou trois. Elles sont plus clair-semées par contre dans la portion périphérique où les grosses cellules *o* dominent. Les séries rayonnantes comprennent ainsi tantôt une grosse cellule externe et deux ou trois internes petites, tantôt deux grandes et seulement une ou deux petites ou intermédiaires.

On poursuit dans la figure 7 (diamètre total de l'ampoule : 0,120 millimètre; épaisseur de la couche cellulaire 0,045 millimètre) l'augmentation numérique des grosses cellules *o* entraînant un allongement proportionnel des files rayonnantes, ainsi que la tendance de plus en plus accentuée que présentent les petites cellules *n* à se localiser dans la couche la plus interne : il n'y en a presque plus au contact de la membrane d'enveloppe du follicule, mais on en voit encore un certain nombre interposées à celle de la grosse variété.

La plupart des noyaux de la couche interne ont pris la forme conique à base excavée répondant à la convexité des noyaux sousjacents *m'*. Il y a en moyenne deux rangées de grosses cellules périphériques, c'est-à-dire deux cellules superposées formant la partie externe des séries rayonnantes, la portion interne étant constituée par les cellules à noyaux coniques; entre les séries ainsi constituées se trouvent intercalées de petites cellules *n*, principalement au niveau de la couche interne.

Sur l'ampoule figurée ensuite (fig. 8 A, diamètre total : 0,160 millimètre ; épaisseur de la couche de cellules : 0,060 millimètre) les rangées formées par les grosses cellules *o* sont au nombre de trois; il n'y a plus de petites cellules accolées à la paroi de l'ampoule, mais on en aperçoit encore entre les séries radiées composées des cellules plus volumineuses.

Chacune de ces séries présente à son extrémité interne ou centrale l'emboîtement nucléaire signalé plus haut.

La figure 8 B (diamètre de l'ampoule : 0,175 millimètre; épaisseur de la couche cellulaire : 0,066 millimètre) montre quatre rangées concentriques de grosses cellules *o*; les petites cellules *n* sont presque toutes localisées dans la couche interne, mais il y en a encore quelques-unes qui empiètent sur les couches sous-jacentes et sont notablement plus longues que les cellules voisines à noyaux emboîtés.

Enfin sur la figure 8 C (diamètre total : 0,185 millimètre; épaisseur de la couche cellulaire 0,072 millimètre) il y a une délimitation à peu près régulière entre la couche d'aspect épithélial, formée de cellules coniques *n* à noyaux granuleux, qui borde la cavité centrale, et les rangées concentriques, au nombre de cinq, composées de grosses cellules *o*. Les éléments coniques qui bordent la cavité de l'ampoule présentent des phénomènes de division sur lesquels nous reviendrons plus loin. Les séries rayonnantes dont chacune comprend cinq cellules *o* sont très nettes et à peu près rectilignes.

Il en est de même au stade suivant (fig. 9, diamètre total 0,2 millimètre; couche de cellules 0,08 millimètre) où l'on observe six rangées concentriques en dehors de celle qui borde la cavité. Cette dernière couche a diminué notablement d'épaisseur et présente encore comme ci-devant les aspects répondant à une multiplication des cellules et des noyaux.

Les rangées de cellules se superposent au nombre de huit dans la fig. 10 (diamètre total : 0,24 millimètre; couche de cellules : 0,09 millimètre) et l'on remarque que les éléments de la couche interne ont perdu leur aspect épithélial, de sorte que la plupart des séries radiées se composent de neuf cellules *o* de la grosse variété, toutes pareilles; la cellule placée à l'extrémité centrale est souvent coiffée par un petit prolongement réfringent en forme de croissant plus ou moins délié *m''* situé sur le bord même de l'excavation ampullaire. En outre les séries radiées sont moins régulières, les éléments voisins paraissent plus serrés et se déplacent réciproquement.

Sur les ampoules encore plus avancées en évolution (fig. 12 A, diamètre total : 0,32 millimètre; couche cellulaire épaisse d'environ 0,1 millimètre) la disposition sériaire des éléments *o*

n'est plus guère visible ; les cellules coniques et granuleuses de la couche interne ont complètement disparu ; par contre on voit accolés à la face interne de la paroi ampullaire, de gros noyaux *n* aplatis, elliptiques, assez clairs, renfermant un à trois nucléoles assez réfringents, ayant un diamètre de 0,014 à 0,017 millimètres et assez régulièrementespacés d'environ 0,010 à 0,012 millimètre. Ce sont les *noyaux des cellules recouvrantes* (Deckzellenkerne) de Semper. Nous les appellerons *noyaux basilaires*, ce nom, employé déjà pour divers autres animaux, exprimant exactement leur situation dans les cellules mères, ainsi qu'on va le voir plus loin.

Etude des éléments isolés ; interprétation des faits. — Telles sont les apparences que l'on peut observer sur les coupes des pièces préparées comme il a été dit plus haut. Pour arriver à les interpréter d'une façon satisfaisante, il est nécessaire de poursuivre l'évolution des éléments considérés individuellement, c'est ce que nous avons tenté de faire en examinant des ampoules dissociées, soit à l'état frais, soit immédiatement après avoir fixé le tissu par l'acide osmique en solution concentrée ou en vapeurs.

L'examen du tissu vivant dilacéré dans une goutte de sérosité péricardique p. ex., permet tout d'abord de constater les mouvements amiboïdes des cellules, mouvements très lents la plupart du temps et procédant presque toujours par expansions arrondies qui déforment peu à peu, de diverses manières, le contour cellulaire ; on les distingue facilement, grâce à ces caractères, de ceux que présentent les leucocytes du sang accidentellement épanché, les derniers se déformant bien plus vite et émettant un nombre parfois considérable de prolongements minces et effilés.

Les cellules des ampoules sont demi-transparentes, avec une teinte mate ; le protoplasma très finement granuleux masque souvent le noyau, de sorte qu'on n'aperçoit que le nucléole qui demeure visible grâce à sa réfringence assez considérable. Lorque le noyau est apparent, c'est sous forme d'un corps arrondi, à bord net, parfaitement homogène. On trouve en abondance les aspects indiquant la multiplication des éléments par scission : noyaux et cellules étirés en biscuit ou en bissac, cellules à plusieurs noyaux contigus deux à deux par une sur-

face aplatie ; souvent une cellule à deux noyaux ainsi disposés présente une simple incisure linéaire qui n'est visible que suivant une seule orientation et rappelle tout à fait les plans de segmentation des sphères vitellines sur l'œuf fécondé.

Au bout d'un certain temps les mouvements amiboïdes cessent, les éléments deviennent granuleux, opaques, et l'on assiste ainsi à tous les phénomènes par lesquels se manifestent la coagulation du protoplasma et la mort des cellules.

En somme dans ces conditions, il est impossible d'étudier les éléments anatomiques sous leur forme normale et dans l'état qu'ils présentent en réalité lorsqu'ils sont en place dans l'intérieur des ampoules, soumis à la compression réciproque. Les ampoules examinées entières ne sont pas assez transparentes, et sitôt que les cellules se trouvent isolées par la dissociation elles tendent à prendre une forme arrondie que viennent bientôt déformer d'une façon plus ou moins notable les expansions amiboïdes dont l'existence est très générale.

Il devient donc indispensable de recourir à la fixation *in situ* par l'acide osmique ; c'est du moins le seul réactif qui nous ait donné des résultats pour cet ordre de recherches. On le fait agir pendant une demi-minute environ sur un petit fragment de tissu, puis on lave rapidement à l'eau distillée et l'on dissocie immédiatement dans le picro-carmin ou dans une solution très diluée d'éosine. C'est d'après les pièces obtenues par ce procédé que nous avons dessiné tous les éléments des figures 11, 14 et 15, 1 bis et 2 bis.

Mais nous pouvons formuler dès à présent, eu sujet des premiers stades d'évolution des ovules mâles, quelques conclusions qui se dégagent du seul examen des coupes :

Un examen attentif des traînées d'ovules et des follicules les plus jeunes du pli progerminatif nous amène à conclure avec Semper que les petites cellules existant avec les ovules mâles, aprés s'être multipliées par segmentation, subissent individuellement une augmentation graduelle de volume et des changements de forme et de constitution qui les amènent progressivement à l'état d'ovules mâles semblables à celui autour duquel elles étaient situées d'abord. C'est du moins ce qui paraît devoir résulter de la comparaison des faits : 1° augmentation numérique des ovules d'un même follicule sans que les pre-

miers ovules aient présenté aucune trace de segmentation; 2° existence de formes intermédiaires *m* entre les ovules *o* et les petites cellules *n*.

Les petites cellules *n* continuent à se multiplier et à se transformer ainsi jusqu'à ce qu'il ait été produit un nombre d'ovules mâles égal au nombre de *cellules mères* que renfermera l'ampoule parvenue à maturité.

Chaque ovule mâle une fois constitué subit son évolution propre et se change en une cellule mère remplie de spermatoblastes.

Ce qui rend très difficile l'interprétation des aspects divers que présentent dans leur ensemble les ampoules précédemment décrites, c'est qu'on a simultanément sous les yeux des éléments se trouvant à des stades d'évolution très différents : ovules mâles parfaits *o*, petites cellules *n* et formes intermédiaires *m*. En outre, comme les ovules mâles, au fur et à mesure qu'ils se produisent, continuent à évoluer et parcourent peu à peu les étapes successives qui les conduiront à l'état de cellules mères de spermatoblastes, il est facile de comprendre que le mélange de tous ces éléments anatomiques placés côte à côte et entremêlés sans aucun ordre apparent puisse donner sur les préparations les images confuses que nous avons tâché de représenter sur notre planche I. L'étude des changements individuels subis par chaque ovule avant la production des spermatozoïdes contribuera à porter quelque lumière dans cette question encore si embrouillée, et nous pourrons tenter de donner, à la fin, une explication à peu près satisfaisante de l'ensemble des phénomènes observés.

A l'ovule arrondi tel que nous l'avons décrit et représenté succède un élément allongé, de forme conique (rendu pyramidal par la compression qu'exercent les éléments voisins) renfermant deux noyaux qui affectent les rapports d'emboîtement déjà mentionnés. La base de la cellule est au contact de la paroi ampullaire et le noyau qui s'en rapproche le plus est sphérique, homogène, avec un ou deux nucléoles réfringents ; le sommet borde la cavité centrale du follicule et renferme un noyau qui coiffe l'hémisphère central du noyau périphérique sous forme d'un cône à base creuse, rappelant l'aspect d'un bonnet phrygien dont l'extrémité supérieure, dirigée vers la cavité centrale

peut être arrondie ou constituer un prolongement effilé de dimensions très variables. Généralement le protoplasma du corps cellulaire est réduit, dans la moitié interne, à une zone très mince et appliquée en quelque sorte sur le noyau qui paraît ainsi constituer presque à lui seul cette portion de la cellule.

Nous n'avons pas pu déterminer exactement par quel mécanisme cette cellule allongée à noyaux emboîtés (fig. 5 *m*; fig. 15, 3, etc.) succède à l'ovule primitivement sphérique. Mais si le mécanisme de cette première segmentation nous échappe jusqu'ici, le résultat en est fort net : les deux noyaux se trouvent d'abord en contact l'un avec l'autre, et plusieurs fois nous les avons vus en rapport si intimes qu'il était absolument impossible de distinguer une limite de séparation, le noyau central se présentant comme une sorte de gemme ou d'excroissance conoïde de l'autre. Plus tard ils sont séparés par un interstice qui se dessine comme une ligne courbe marquant le convexité de l'hémisphère interne du noyau périphérique, et la concavité correspondante de la base du noyau interne conique. Ce dernier, dès lors, possède un aspect grenu qui contraste avec l'homogénéité du premier, et il se colore bien plus vivement par les réactifs (carmin, éosine, hématoxyline).

Peu à peu l'interstice s'élargit, et une fois que les noyaux sont assez écartés l'un de l'autre, une ligne foncée transversale apparaît entre eux, annonçant la séparation de la cellule précédente en deux éléments distincts (fig. 4, 5, *m'*; fig. 15).

Ainsi l'élément conique à deux noyaux se trouve remplacé par deux cellules placées bout à bout et constituant un groupe conservant dans son ensemble la forme conique primitive et affectant, par rapport à l'ampoule, une disposition rayonnée.

Bientôt on observe sur le noyau conique de la cellule centrale une fissure ou plan de segmentation tantôt courbe tantôt droit (fig. 15, 1, 2.). La direction de ce plan est ordinairement transversale par rapport à l'axe de l'élément, mais souvent aussi elle est plus ou moins oblique, ou même longitudinale. Parfois le noyau présentait deux nucléoles entre lesquels passe le plan de séparation; quand il n'y a qu'un nucléole la fissure se fait tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de lui, séparant du noyau primitif un segment plus ou moins considérable, nucléolé ou non. Ce segment subit un accroissement notable, s'arrondit peu

à peu en se moulant sur une concavité correspondante du segment supérieur ou central (fig. 15, 9). On a alors une cellule centrale conique, à deux noyaux emboîtés, d'un aspect exactement pareil à celui qui vient d'être décrit plus haut. Ces deux noyaux s'écartent ensuite, une cloison transversale apparaît dans la bande de protoplasma cellulaire qui les sépare (fig. 15, 9), et ainsi a succédé au groupe conique de deux cellules, un groupe semblable comprenant trois cellules placées également en série rectiligne suivant un rayon de l'ampoule. Il est à noter que ces cellules ainsi alignées demeurent adhérentes les unes aux autres par leurs surfaces de contact, si bien qu'on observe dans les dissociations des chapelets comme celui de la figure 15, 7, comprenant jusqu'à cinq ou six cellules dans certains cas. Chaque noyau nouvellement produit prend la forme sphérique, l'aspect homogène et mat, le nucléole brillant et la moindre affinité pour les substances colorantes qui caractérisaient le noyau périphérique du premier couple. On remarquera que ce sont précisément là les qualités distinctives de l'ovule primitif dont les cellules en question ne séloignent que par une moindre quantité de protoplasma cellulaire et par la rareté de plus en plus grande des grains graisseux signalés au commencement de ce chapitre.

Le même phénomène se répète plusieurs fois sur le noyau conique placé à l'extrémité centrale de la série, et celle-ci s'augmente à chaque fois d'une cellule en plus (fig. 5 à 10), jusqu'à ce qu'on se trouve en présence d'une file de sept à neuf cellules superposées. A ce moment cette sorte de gemmation du noyau conique s'arrête, et bientôt la cellule centrale ressemble absolument aux autres, sauf en ce qu'elle est souvent coiffée d'une sorte de calotte en forme de croissant, très réfringente et ne se colorant pas par les réactifs (fig. 10, *m*"). Nous n'avons pas pu déterminer exactement si cet appendice représente un vestige du noyau conique qui a été le siège des segmentations successives (opinion de M. Balbiani) ; mais comme cet appendice est très variable quant à sa forme et à ses dimensions, qu'il fait défaut souvent, et que d'autre part nous l'avons vu fréquemment coïncider avec un noyau conique et granuleux placé au-dessous de lui, nous inclinons plutôt à admettre qu'après la dernière fissuration, le noyau central subit lui-

même une transformation analogue à celle qui a affecté tous ceux auxquels il a donné naissance par le mécanisme précédemment décrit.

Quoiqu'il en soit, les ampoules arrivées à ce point de leur développement (fig. 10), ont un diamètre moyen de 0,25 millimètre et chaque série cellulaire radiée comprend sept, huit, ou neuf éléments superposés. Tel est du moins l'aspect d'un follicule dont les ovules sont parvenus à peu près tous à ce même stade d'évolution.

Les cellules coniques centrales sont en général d'autant plus longues et plus effilées qu'elles sont plus nombreuses et plus serrées les unes contre les autres, c'est-à-dire dans les stades qui correspondent aux figures 5 à 7. Se comprimant réciproquement elles prennent la forme de pyramides de trois à cinq ou six pans, souvent fort irrégulières, présentant fréquemment des crêtes longitudinales (fig. 15, 6 *a*) saillantes auxquelles correspondent, sur les éléments contigus, des empreintes plus ou moins profondes. Leur protoplasma opaque, leur noyau grenu et vivement coloré leur donnent une ressemblance indéniable avec les petites cellules *n* des follicules séminaux primitifs. Sur les préparations elles sont souvent amincies à tel point qu'elles paraissent être un simple prolongement, très coloré de la cellule sous-jacente. L'existence de ces formes nombreuses dont la variété infinie échappe à toute description ne nous a pas permis de déterminer exactement quel est le sort définitif de ces éléments, une fois que le processus de gemmation nucléaire est terminé.

Non seulement le développement des divers ovules d'une même ampoule ne se fait pas parallèlement (ce qui est facile à comprendre puisqu'ils se produisent les uns après les autres), mais encore leur évolution individuelle ne se fait pas avec la même vitesse. C'est ainsi qu'à côté d'une série radiée composée de quatre à cinq grandes cellules claires *o*, avec une cellule interne terminale à noyau conique, on en voit d'autres où il n'y a que deux ou trois grandes cellules surmontées du côté de la cavité centrale par une colonne de protoplasma opaque renfermant une file de deux ou trois petits noyaux granuleux, dont la transformation se trouve en quelque sorte en retard. On observe à cet égard la plus grande variabilité.

Que l'on suppose maintenant réunis dans une même ampoule environ deux cents ovules (ce qui est en réalité un chiffre minimum), se trouvant à des degrés de développement très différents, se comprimant et se déformant réciproquement et présentant toutes les divergences individuelles que nous venons d'indiquer, et l'on arrivera aisément à se rendre compte des apparences qu'offrent les préparations.

Les cordons de Pflüger mâles du tractus progerminatif ne représentent que des portions de l'épithélium germinatif immigrées dans le parenchyme testiculaire. Comme dans l'épithélium germinatif lui-même on peut y distinguer deux ordres d'éléments : 1° des cellules épithéliales qui constituent le revêtement des canalicules de la *portion externe du rete testis* (Semper), et qui sont représentées dans les ampoules elles-mêmes par les petites cellules allongées qui se trouvent à l'orifice d'abouchement du conduit excréteur ; 2° des *cellules génitales* dont l'état parfait est représenté par les *ovules mâles*. L'allongement progressif des tubes qui pénètrent peu à peu dans les tissus sous-jacents à l'épithélium germinatif se fait grâce à la multiplication incessante des deux ordres d'éléments ; et les petites cellules *n* qui rappellent souvent d'une manière si frappante les formes les plus jeunes que l'on observe sur d'autres épithéliums (lunules de Gianuzzi, etc.), ne sont autre chose que de jeunes cellules épithéliales et de jeunes cellules génitales. Ces dernières doivent être assimilées aux ovules mâles déjà parfaits qu'elles entourent et dont elles augmentent peu à peu le nombre par les transformations successives qu'elles nous ont présentées dans les follicules les plus rapprochés du pli progerminatif. Une fois à l'état d'ovules elles continuent à évoluer suivant le mécanisme indiqué plus haut, et deviennent des *cellules mères de spermatoblastes*. Quant à leur origine première, nous ne sommes pas à même de l'indiquer exactement, pas plus que celles des lunules de Gianuzzi et d'autres éléments analogues ; nous ne saurions dire s'il y a génération de toutes pièces (genèse, Robin), ou dérivation directe des cellules voisines de l'épithélium germinatif, etc.

Dans cet ordre d'idées, les petits éléments granuleux et fortement colorés que l'on voit dans une ampoule comme celle de la figure 5 p. ex. sont de deux ordres : 1° des ovules au début ; telles

sont notamment les petites cellules en forme de prismes ou de croissants situées dans le voisinage de la membrane d'enveloppe, 2° des cellules coniques terminales de séries radiées à divers stades de développement. Aussi, à mesure qu'on examine des ampoules plus avancées et plus grosses voit-on disparaître ces petits éléments en allant de dehors en dedans ; les derniers qui subsistent sont localisés exclusivement dans la couche la plus interne d'aspect épithélial, qui borde la cavité centrale.

En ce qui concerne l'ovule, dont la saillie en dehors d'un tube de Pflüger a produit primitivement l'ampoule séminale (Semper), nous n'avons rien vu qui pût autoriser à admettre qu'il disparut par résorption (Semper). Nous pensons qu'il devient une cellule mère de spermatoblastes, tout comme les ovules plus jeunes qui l'entourent. Et, de fait, l'on voit l'ampoule renfermer, outre les agglomérations de petites cellules *n*, d'abord un, puis deux, puis un plus grand nombre d'ovules parfaits, si bien qu'au bout de peu de temps il n'est plus possible de distinguer quel est le plus âgé d'entre eux. On voit même des follicules très petits, situés au contact du pli progerminatif et contenant déjà deux ovules encadrés de petites cellules *n*. (fig. 1, F^2).

Quant à la cavité centrale de l'ampoule, elle est, au moment de son apparition, beaucoup plus petite qu'un ovule, et fréquemment on la voit débuter alors que le premier ovule parfait du follicule correspondant est encore bien distinct des cellules voisines.

C'est ici le lieu de parler de certaines apparences qu'on observe dans la cavité centrale des ampoules, notamment celles qui correspondent aux stades des figures 3 à 8, apparences que Semper a cru devoir rattacher à des phénomènes de résorption cellulaire.

Il s'agit de corps étoilés, souvent hérissés de nombreux prolongements, comme celui que nous avons figuré (fig. 15, 10) isolément, et occupant l'excavation centrale qu'ils remplissent souvent en grande partie. Ils sont constitués par une substance homogène, réfringente, se colorant peu par les réactifs, et présentant parfois comme une apparence de noyau central. Semper pense que ce sont des vestiges de cellules résorbées, et les assimile aux éléments étoilés qu'il a observés dans les tubes

de Pflüger mâles au moment où ils se creusent d'une lumière centrale. Plus loin il se sert du terme de *bouchon muqueux* qui nous paraît exprimer plus exactement la signification de ces formations anatomiques, dont l'existence d'ailleurs est loin d'être constante ; nous ne les avons jamais trouvées à l'état frais, et il est probable qu'elles sont dues à une modification du contenu liquide de l'ampoule, sous l'influence des réactifs fixateurs et durcissants.

Si leur nature cellulaire venait jamais à être nettement démontrée, ce résultat aurait néanmoins une certaine importance, car alors ces éléments représenteraient les *cellules de soutien* qu'on a décrites chez beaucoup de vertébrés supérieurs et qui font absolument défaut chez les Sélaciens.

Ampoules de la zone moyenne ; dernières transformations que subit l'ovule mâle avant l'apparation des spermatozoïdes. — Il nous reste à décrire les derniers changements que subissent les ovules mâles pour devenir des cellules mères de spermatoblastes, et qui se trouvent représentés par les figures 11 à 14.

Nous avons laissé ces éléments à l'état de groupes de cellules alignées sur une file au nombre de huit environ suivant un rayon de l'ampoule. Ces groupes cellulaires sont loin d'être toujours aussi rectilignes et aussi distincts les uns des autres qu'on pourrait le penser à l'inspection des figures un peu trop schématiques de Semper, et surtout de celles de Balbiani. Nous avons tâché de reproduire aussi fidèlement que possible l'aspect des préparations; seulement, comme nous avons dû rapporter tous les éléments à un même plan, ils paraissent sur nos dessins, beaucoup plus espacés qu'il ne le sont sur les préparations où ils empiètent les uns sur les autres et se trouvent bien plus serrés et moins régulièrement disposés. Déjà dans les stades pareils à ceux des figures 8 C à 10, les séries rayonnantes tendent à se confondre entre voisines, surtout vers la portion périphérique de l'ampoule. Cela tient à l'intervention d'un phénomène nouveau, la multiplication des cellules par scissiparité. Cette dernière se fait suivant le mode le plus répandu : allongement des noyaux qui s'étranglent en bissac et se segmentent, et division consécutive du corps cellulaire. Sur les coupes, ces phénomènes ne sont guère distincts, tandis qu'ils apparaissent avec une grande netteté sur les dissociations. On

peut les suivre sur les éléments de la figure 11 qui se rapportent à des ampoules de 0,1 à 0,3 millimètre de diamètre (fig. 6 à 10). Il est difficile de préciser au juste le moment où débute cette segmentation, mais elle est surtout active lorsque le rôle des cellules coniques de la couche interne est à peu près terminé (fig. 8 C, 9 et 10). Elle a pour résultat d'effacer sur beaucoup de points l'aspect radié des groupes de cellules; ces dernières se pressent les unes contre les autres, se déplacent ainsi réciproquement, et l'on obtient des apparences analogues à celles qu'offre l'ampoule de la figure 12 A (1).

(1) Les figures 12 A et B, ainsi que la figure 13 ont été dessinées d'après des pièces fixées au moyen du liquide de Müller. Ce réactif donne au noyau un aspect opaque et granuleux dû à l'apparition d'un réticulum nucléaire à mailles serrées et à trabécules assez volumineuses. Sur les figures précédentes nous avons laissé aux noyaux l'aspect clair et homogène que leur conserve l'acide osmique et qui rappelle assez fidèlement celui qu'ils ont à l'état frais. Sur les éléments vivants le réseau nucléaire n'est jamais visible; on le met en évidence lorsqu'on tue les cellules, par addition d'eau, p. ex. Le liquide de Müller agit d'une façon analogue; en outre sur les pièces fixées par ce réactif certains éléments se colorent plus vivement que les voisins (ainsi que l'a signalé Semper); telles sont notamment les grosses cellules des rangées périphériques sur des ampoules comme celles des figures 5 et 6. Ce fait pourrait peut-être s'expliquer par cette considération que ces cellules sont en voie de transformation et d'accroissement très rapide. En outre les chromates coagulent et altèrent considérablement les corps cellulaires de sorte que ces derniers ne représentent plus qu'un système de cloisons très réfringentes séparant les noyaux des cellules et rappellant l'aspect de certains parenchymes végétaux. Tous ces effets sont peut-être encore plus marqués sur les pièces fixées par l'alcool. L'aspect réel nous est donné d'une manière plus satisfaisante par les éléments fixés uniquement par l'acide osmique (fig. 15, 5,7,8). Aussi on remarquera qu'à partir de ce moment nos observations s'écartent considérablement des données de Semper, ce qui doit être attribué surtout à la différence des procédés employés. — Voici comment cet auteur résume la formation des cellules mères de spermatoblastes : « Dans le voisinage immédiat du pli progerminatif se trouvent les ampoules primitives renfermant de grosses cellules à noyau granuleux, et d'autres cellules à noyau allongé et mince; ces dernières prennent peu à peu l'aspect des grosses cellules et celles-ci forment un revêtement épithélial limitant la cavité centrale qui se produit par agrandissement de l'ampoule et par écartement des cellules incluses. Les noyaux allongés de ces cellules épithéliales coniques émettent une série de gemmes par leur extrémité périphérique, en même temps que ces éléments subissent un accroissement notable. Chaque gemme devient une cellule spermatoblastique à gros noyau ; ces cellules sont disposées en séries d'abord linéaires, puis irrégulières, dans l'intérieur de la cellule mère ; un gros noyau ovoïde et aplati (noyau de la cellule de recouvrement) les sépare de la paroi de l'ampoule. Une fois que chaque cellule mère conique renferme environ 60 spermatoblastes, son noyau, épuisé par ces gemmations sucessives, disparaît.

« C'est à ce moment, où l'ampoule a acquis son plus grand volume, que débute la formation des spermatozoïdes. »

(Voy. au chap. IV les données de M. A. Sabatier.)

En même temps se montre à l'extrémité périphérique de chaque groupe de cellules dérivé d'un ovule mâle le gros noyau basilaire que nous avons indiqué précédemment. Nous pensons avec Semper que ce noyau est celui de la plus ancienne cellule de chaque série radiée; mais pas plus que lui nous n'avons pu vérifier complètement cette assertion par l'observation. Il se rattache par son origine au noyau de l'ovule mâle, et comme nous n'avons pas pu voir au juste comment se comportait ce dernier au moment où prend naissance le noyau conique qui occupe l'extrémité centrale de la cellule, nous n'avons pu acquérir aucune certitude sur ce point qui exigera de nouvelles recherches (1).

On remarquera qu'en donnant le détail des transformations de l'ovule mâle nous n'avons pas indiqué les dimensions des divers éléments que nous avons avons eu à décire. C'est qu'en raison des phénomènes de multiplication et d'accroissement simultané que présentent les cellules, leur volume est extrêmement variable.

Les ovules mâles du tractus progerminatif ont 0,020 à 0,026 millimètre de diamètre, leurs noyaux 0,009 à 0,012 millimètre de diamètre, et les nucléoles varient de 0,002 à 0,005 millimètre.

Les ovules mâles des jeunes follicules (fig. 4) sont beaucoup moindres, en général, et ne dépassent pas 0,015 millimètre; mais le noyau conserve ses dimensions, de sorte que la diminution porte principalement sur le corps cellulaire.

Les petites cellules *n* peuvent varier entre 0,018 sur 0,007 millimètre pour les gros croissants appliqués sur le pourtour des ovules primordiaux jusqu'à 0,006 millimètre pour les plus petits éléments à un seul noyau (fig. 2 *bis*, *a*). Quant aux cellules intermédiaires elles présentent naturellement tous les chiffres compris entre les extrêmes des deux autres formes.

(1) L'existence de ce noyau basilaire est un fait très général; on l'a décrit à peu près sur tous les animaux, tant vertébrés qu'invertébrés dont la spermatogénèse a été suivie de près; dans ces conditions il est à remarquer que le point de notre description qui demeure en litige n'a été élucidé d'une façon satisfaisante par aucun autre observateur; tous ont recours, à cet égard, à des hypothèses plus ou moins plausibles, telles qu'une genèse de toutes pièces des noyaux des spermatoblastes, etc... Nous avons admis simplement une segmentation du noyau ovulaire parce que ce fait nous paraît le plus probable, et bien que nous ne l'ayons pas directement observé.

A partir de ce moment il est difficile de donner une valeur moyenne, même approximative, pour les différents éléments; on s'en assurera facilement en jetant un coup d'œil sur la figure 11, dont tous les éléments ont été dessinés à l'échelle de 500 diamètres. A côté de noyaux entourés d'une très mince zone de protoplasma et mesurant jusqu'à 0,018 millimètre on en trouve d'autres qui n'ont que 0,008 à 0,009 millimètre. Les cellules coniques peuvent être très étroites, presque filiformes, atteignant une longueur de 0,02 millimètre et plus, ou courtes, presque cuboïdes, ayant 0,016 ou 0,017 millimètre de large sur une hauteur moitié moindre. Les cellules, également dessinées à 500 diamètres sur la figure 15, donnent aussi une idée de ces variations.

Mais à mesure que les ampoules murissent, les cellules coniques centrales épuisant les unes après les autres leur faculté de reproduction, les dimensions des divers éléments tendent à s'égaliser; si bien qu'une fois arrivées au stade correspondant à la figure 12 A, toutes les cellules ne s'écartent pas beaucoup du diamètre moyen de 0,014 milllimètre, dont 0,010 pour le noyau. Elles sont réunies à ce moment en grappes coniques composées chacune d'une trentaine d'éléments et présentant à leur portion périphérique les gros noyaux basilaires. On assiste alors à un dernier phénomène de prolifération à la suite duquel les ampoules voisines des précédentes présentent des éléments plus petits (diamètre des cellules 0,010 millimètre ; noyaux : 0,008 à 0,005 millimètre) et en nombre à peu près double (environ soixante). Ces éléments ne sont autres que les permatoblastes dont chacun est appelé à former par la suite un spermatozoïde. Lorsqu'on cherche à voir, sur des coupes un peu étendues, de quelle manière se fait cette multiplication, on trouve çà et là des ampoules dont les éléments présentent l'aspect reproduit sur la figure 13. Le processus est figuré en détail et à un plus fort grossissement (500 diamètres) sur la figure 14. Le gros noyau sphérique de chaque cellule se déforme, sa surface devient inégale et bosselée, et finalement il offre l'aspect d'une grappe bourgeonnante (fig. 14 *b*) ; bientôt il paraît divisé en deux moitiés allongées en bâtonnets plus ou moins contournés et renflés à leurs extrémités, puis réniformes (fig. 14. *c*, *c'* *c''*). Ces deux noyaux s'arrondissent peu à peu, en même temps

que la cellule se divise entre eux (fig. 14. *d, e ;* fig. 13. *o*'). Parfois comme sur la figure 14, *f*, les noyaux ont pris leur forme définitive avant la segmentation du corps cellulaire.

Même à ce stade, on remarque encore une certaine inégalité dans le degré de développement des différents ovules mâles d'une même ampoule. Souvent tout un hémisphère se trouve encore à l'état correspondant à la figure 12 A, tandis que l'autre est déjà en pleine voie de prolifération. Le dessin de la figure 13 a été pris sur la zone limite de deux régions d'une même ampoule, l'évolution étant moins avancée dans la portion figurée à gauche que dans celle de droite (1).

Cette prolifération marque l'achèvement de la transformation de l'ovule mâle en cellule mère de spermatoblastes. A partir de ce moment toute inégalité de développement va disparaître, et tous les éléments de la même ampoule présenteront toujours le même degré d'évolution. C'est donc sur la cellule mère renfermant environ soixante spermatoblastes et munie de son large noyau basilaire aplati que nous allons avoir à poursuivre la spermatogénèse proprement dite, c'est-à-dire la production des filaments spermatiques aux dépens des spermatoblastes.

CHAPITRE III

§. 1. — Spermatogenèse proprement dite.

L'examen de la région la plus interne du testicule nous fait assister à la production des filaments spermatiques, ainsi qu'à une série de modifications concomitantes des cellules mères et des ampoules considérées dans leur ensemble.

Lorsque la cellule mère contient tous les spermatoblastes qu'elle doit produire, ces derniers la remplissent à peu près complètement, de sorte que son corps cellulaire n'est plus repré-

(1) Dans la planche XXIV il nous a été impossible de dessiner les figures d'ensemble à une même échelle, comme nous avons fait pour les éléments isolés ; les grosses ampoules auraient pris dans ces conditions, une place trop considérable. Les grossissements se trouvent indiqués avec l'explication des figures, et il est nécessaire de tenir compte des différences lorsqu'on suit le développement des ampoules considérées dans leur ensemble.

senté que par une petite quantité de protoplasma englobant le noyau basilaire, et se prolongeant tout autour de l'amas des spermatoblastes sous forme d'un mince manchon conique adossé à ceux des cellules voisines ; à son extrémité centrale chaque cellule se termine par le petit prolongement arrondi et réfringent précédemment signalé. L'ensemble présente l'apparence d'un système de cloisons séparant les unes des autres les grappes de spermatoblastes (fig. 18, B). Ainsi qu'il a été dit plus haut, cette séparation est souvent peu nette, et ce n'est que par la présence des gros noyaux basilaires que l'on arrive à se rendre un compte exact du nombre de cellules mères que l'on a sous les yeux. Il y en a environ quarante formant une rangée circulaire autour de la cavité centrale, sur une ampoule coupée suivant son plus grand diamètre.

Sur les pièces dilacérées les grappes s'écartent les unes des autres (fig. 17), et l'on peut voir alors approximativement quel est le nombre des spermatoblastes qui les constituent. La longueur de chaque cellule mère est d'environ 0,080 millimètre et sa largeur à la base de 0,020 millimètre. Les spermatoblastes ont un diamètre d'environ 0,012 millimètre, les noyaux mesurant 0,009 millimètre.

Avant que n'apparaissent les premiers rudiments des spermatozoïdes, les spermatoblastes viennent tous se placer dans la zone la plus superficielle de la cellule mère, de telle manière qu'ils forment en se juxtaposant sur une seule couche la paroi d'une sorte de tube rempli d'un protoplasma granuleux qui dépasse un peu les spermatoblastes à l'extrémité centrale de la cellule et se prolonge dans la cavité de l'ampoule. A ce stade (fig. 18 A) chaque cellule mère se compose d'un corps cellulaire *c* montrant en *n* son noyau basilaire, et entourant sous forme d'un mince manchon protoplasmique *m* le tube cellulaire *t* ouvert à son extrémité centrale que constituent les spermatoblastes ; ce tube lui-même renferme un cylindre de protoplasma *p* qui le déborde à l'extrémité interne par le prolongement hyalin *s*.

Sur une coupe transversale (fig. 18 B) on voit les spermatoblastes formant des couronnes circulaires englobant la masse centrale de protoplasma *p*, et entourées elles-mêmes par la mince bordure protoplasmique *m* que leur fournit la cellule

mère. Les lignes de séparation *m'* limitent des pentagones assez réguliers.

Les spermatoblastes sont exactement appliqués les uns contre les autres, et les cellules mères ont légèrement diminué de longueur, comme si elles s'étaient rétractées du sommet vers la base; en conséquence la cavité de l'ampoule paraît un peu agrandie.

C'est à ce moment que débute la spermatogénèse; nous la décrirons d'abord suivant nos observations sur l'ange (*squatina angelus*, fig. 16) que nous prenons comme type. Nous indiquerons ensuite les variantes que présente l'évolution des filaments spermatiques chez quelques autres Sélaciens (1).

(1) Voici les deux passages les plus caractéristiques du mémoire de Semper au sujet de la formation des spermatozoïdes. Il a parfaitement observé l'allongement graduel du noyau, mais les détails du phénomène, ainsi que l'existence du segment moyen lui ont échappé, faute sans doute d'avoir disposé de pièces suffisamment bien conservées :

« Dans la zone interne, du côté du pli progerminatif se trouvent de grosses ampoules avec des cellules de revêtement ayant la forme de longs cônes granuleux dont chacun renferme 50 à 60 cellules spermatoblastiques munies de noyaux arrondis et grenus. Ces derniers perdent leur aspect granuleux pour prendre une réfringence notable en même temps qu'ils diminuent graduellement de volume ; ils se dépriment ensuite légèrement et ne tardent pas à s'allonger en bâtonnets. Cet allongement se prononce de plus en plus, et simultanément les noyaux s'incurvent et s'amincissent, se groupant dans la cellule mère en une zone dont l'étendue se réduit progressivement. Le corps de la cellule qui les englobe tous conserve sa même forme et ses mêmes dimensions. L'allongement étant encore peu marqué, les jeunes spermatozoïdes se juxtaposent d'abord en un groupe renflé dans sa partie moyenne, puis leur courbe se redresse peu à peu à mesure qu'ils s'allongent davantage : finalement on voit un faisceau de 50 à 60 zoospermes presque rectilignes prolongé en un appendice caudal sinueux, se diriger perpendiculairement vers le noyau de la cellule de revêtement, l'extrémité du faisceau venant presque au contact de ce noyau.

Il n'est pas douteux que les têtes des spermatozoïdes proviennent des noyaux des cellules spermatoblastiques; comme tous les noyaux elles se teintent fortement par l'hématoxyline et par d'autres réactifs colorants. Mais je ne puis dire quelle est la provenance du filament caudal; il résulte sans doute d'un simple allongement de la cellule. » (Loc. cit. p. 263.)

« Les noyaux prennent d'abord un aspect grossièrement granuleux; ils se rapetissent ensuite rapidement, deviennent denses et brillants et prennent la forme de croissants irréguliers ; ils s'allongent en bâtonnets qui s'amincissent de plus en plus et s'incurvent légèrement en S. Ils se tassent en même temps de façon à ne plus occuper dans l'intérieur de la cellule mère (laquelle ne subit qu'un raccourcissement peu notable) qu'une zone de moins en moins étendue, au voisinage du noyau de la cellule recouvrante (Deckzellenkern) ; l'ampoule elle-même ne diminue presque pas de diamètre. D'abord les bâtonnets contournés en S sont épars sans aucun ordre apparent dans une étroite zone marginale de la cellule mère; puis ils se juxtaposent en faisceaux renflés à leur partie moyenne dont l'extrémité céphalique se dirige vers le noyau recouvrant, tandis que la queue s'étend dans la portion interne de la cellule conique qui les contient. Les queues croissent dans cette direction, et les têtes s'allongeant en sens op-

Les noyaux des spermatoblastes sont le siège d'une modification moléculaire qui se traduit par une légère diminution de diamètre (ce dernier est uniformément de 0,007 à 0,008 millimètre), par un aspect homogène et réfringent (fig. 16 B, C, etc). qui contraste avec l'état finement granuleux que ces éléments présentaient auparavant (fig. 16 A), et aussi par une affinité beancoup plus énergique pour les substances colorantes.

Ces noyaux occupent alors une situation excentrique, de sorte que le corps cellulaire du spermatoblaste les déborde notablement d'un côté (fig. 16 A); dans cette partie de la cellule apparaît un petit corps ovoïde *u* (mesurant environ 0,004 millimètres, qui semble résulter d'une sorte de condensation du protoplasma clair et finement grenu du corps cellulaire. Ce *corpuscule précurseur* n'a qu'une existence transitoire, et ne prend aucune part à la formation du spermatozoïde. D'abord assez réfringent, à contour net, il perd bientôt son brillant, ses limites deviennent moins distinctes (fig. 16 D, C), et il paraît finalement se fondre dans une zone granuleuse (fig. 16 C) qui s'étend sous forme de calotte hémisphérique plus ou moins nette (fig. 16, E) sur une portion de la phériphérie du corps cellulaire. Jamais il ne se trouve en contact avec le noyau dont il diffère complètement par son aspect et par ses réactions, vu qu'il ne fixe pas les substances colorantes. Sa disparition est plus ou moins rapide de sorte que fréquemment on en retrouve encore quelques traces dans les phases consécutives du développement. C'est ce qu'indiquent les figures D, D'. Souvent le corps du spermatoblaste présente quelques petites granulations graisseuses placées près de la surface (B, *g*).

posé, le faisceau tout entier devient à peu près rectiligne et remplit de nouveau la cellule mère sauf une petite étendue de son extrémité centrale. Maintenant les extrémités céphaliques des spermatozoïdes se rapprochent de plus en plus les unes des autres, et le faisceau tout entier se trouve refoulé sur un côté de la cellule mère par suite d'un gonflement considérable du noyau de la cellule recouvrante; en même temps apparaît vers la partie moyenne de la cellule conique un corps particulier qni semble prendre une position de plus en plus centrale à mesure que le faisceau spermatique se trouve refoulé latéralement par le noyau de la cellule recouvrante. Enfin lorsque ces faisceaux se trouvent placés entre les cellules recouvrantes et complètement débarrassés de leur enveloppe de protoplasma granuleux, ce corps problématique, de forme ovalaire, occupe l'extrémité centrale de la cellule mère; aussitôt après les faisceaux tombent dans la cavité de l'ampoule pour être chassés bientôt par l'étroit conduit excréteur. »

(Loc. cit. p. 275.)

Pendant qu'évolue ainsi le *corpuscule précurseur*, on voit paraître à la surface du noyau du spermatoblaste, une petite saillie rectiligne et foncée *o*, qui vue de profil se présente comme une sorte d'épaississement local d'une enveloppe nucléaire. Cette saillie est le *nodule céphalique*, long de 0,002 millimètre (fig. D, D', E', *o*); c'est un petit disque circulaire à bord très foncé; la partie centrale est claire (fig. E',*o*) et généralement plus ou moins excavée. Vu sous une incidence un peu oblique, ce nodule offre l'aspect d'une petite vésicule, ainsi que l'a vu et figuré La Valette Saint-Georges, chez la Raie (Stricker's Handbuch, loc. cit. Voy. plus bas). Sa forme exacte est celle d'un verre de montre un peu concave en dehors, convexe en dedans, et intimement appliqué sur le noyau dont il déprime sensiblement la surface. On ne saurait le considérer comme faisant partie d'une membrane d'enveloppe du noyau (dont rien d'ailleurs ne vient démontrer l'existence), vu qu'il se détache et s'écarte facilement de ce dernier par des actions mécaniques assez faibles pour laisser le spermatoblaste absolument intact; on constate aisément ce fait sur les dissociations (fig. 25, D').

La partie du noyau sur laquelle on voit d'abord le nodule céphalique n'est pas toujours celle qui se trouve en regard du corpuscule précurseur dans les cas où ces deux formations viennent à coexister ; on constate, au contraire, à cet égard, les rapports les plus divers, comme le montre l'inspection des figures (fig. 16, D, D', E ; fig. 24, C, D).

En même temps que le nodule céphalique, ou, en tout cas, immédiatement après lui, on voit se former deux autres parties importantes :

1° Une petite barre rectiligne, longue de 0,005 millimètre, d'une épaisseur un peu moindre que celle du nodule ; cette barre se trouve en contact avec la surface du noyau par son extrémité centrale, tandis qu'elle s'étend par son extrémité périphérique jusqu'à la superficie de la cellule spermatoblastique (voy. fig. 16, D *m*; E, E' *m*, etc.) où elle se termine par un petit *renflement terminal* (D *r*, etc). Elle représente le *segment moyen* du spermatozoïde, se distingue par un aspect un peu granuleux, une teinte mate, nullement réfringente, et ne se colore pas par les réactifs ; sa substance diffère complètement

de celle du noyau avec lequel elle affecte un rapport de contiguité, mais non de continuité, et dont elle s'écarte fréquemment par les efforts de la dissociation (fig. 16, D'; fig. 24, C). D'après tout ce que nous avons pu voir, elle apparaît de toutes pièces, et par genèse, au sein du corps cellulaire du spermatoblaste.

2° Du renflement terminal de ce segment intermédiaire on voit partir un filament d'une extrême ténuité, tantôt rectiligne, tantôt légèrement ondulé à son origine : c'est le *flagellum* ou *filament caudal,* situé entièrement en dehors du spermatoblaste et s'étendant sur une longueur de 0,09 à 0,10 millimètre dans le cylindre protoplasmique placé au centre de la cellule mère.

Vue dans son ensemble, cette dernière offre encore l'aspect précédemment décrit; seulement on remarque que les nodules céphaliques des spermatoblastes regardent généralement la superficie de la cellule mère, tandis que les segments moyens partent du noyau en un point diamétralement opposé aux nodules et se dirigent du côté du cylindre protoplasmique central entouré par les spermatoblastes. Ce cylindre s'est considérablement allongé par son extrémité interne et forme un prolongement effilé, plus ou moins ondulé, qui s'étend dans la cavité de l'ampoule. Les prolongements des diverses cellules mères s'enchevêtrent irrégulièrement et remplissent toute cette excavation. Leur extrémité libre est hyaline, homogène, assez réfringente, tandis que la partie qui plonge dans la cellule mère suivant son axe paraît finement striée dans le sens longitudinal. C'est dans ce cylindre protoplasmique que sont placés les filaments caudaux, juxtaposés au nombre d'une soixantaine en un faisceau d'abord rectiligne, puis ondulé. La figure 19 peut donner une idée de ces dispositions.

On pourrait croire que ces filaments se forment par une sorte de clivage du cylindre protoplasmique, clivage gagnant de proche en proche de la base vers le sommet (fig. 21 et 27). Mais la dissociation montre que la queue des spermatozoïdes, possède, dès son apparition première, les dimensions qu'elle aura à l'état parfait, et que l'homogénéité apparente du prolongement qui s'étend dans la cavité centrale de l'ampoule n'est due qu'à l'intime juxtaposition des filaments. Tandis que

l'on constate sur la portion céphalique (représentée par le nodule et le noyau) et sur le segment moyen, des changements de forme et un accroissement très considérables, le flagellum ne s'allonge plus que d'une façon insignifiante, et offre dès le début les réactions et les propriétés physiologiques qui le caractérisent pendant le reste de son existence. Il est parfaitement homogène, sans réfringence, ne prend aucune substance colorante, s'enroule immédiatement sous l'influence de l'eau (fig. 23) et de tous les réactifs à l'exception de l'acide osmique qui le fixe en état; nous avons observé sur lui de petits mouvements ondulatoires dès le stade représenté par la figure 16, I.

Son apparition coïncide avec celle du segment moyen; du moins nous n'avons jamais pu voir l'un sans l'autre. Il paraît se former dans le cylindre protoplasmique central de la cellule mère par un phénomène de genèse analogue à celui qui fait naître le segment moyen dans le corps du spermatoblaste (1).

La figure 16 montre la série des changements par lesquels le spermatozoïde arrive à l'état parfait chez le squale ange. Ce poisson fournit un type très favorable pour l'étude de la spermatogénèse, à cause des dimensions considérables de ses éléments et de la netteté avec laquelle s'observent les moindres détails de structure.

Une fois que les diverses parties constituantes du spermatozoïde se sont formées comme il vient d'être dit, on voit le petit disque excavé, appliqué sur le noyau (F) s'étendre en surface de façon à recouvrir une portion de plus en plus consi-

(1) Nous employons le mot de *genèse* dans le sens que lui donne M. le professeur Robin : La genèse est le phénomène par lequel on voit apparaître dans un milieu organisé (c'est-à-dire en voie de rénovation moléculaire continue) un corps géométriquement défini, là où il n'existait auparavant que des principes immédiats à l'état de dissolution réciproque. Lors de la genèse, quelques-uns de ces principes se combinent de manière à donner naissance à un corps ayant forme et volume déterminés. Ce corps s'est ainsi formé de toutes pièces, et représente une individualité optiquement distincte qu'on ne peut faire dériver d'une manière immédiate d'aucune autre précédente ayant une délimitation géométrique et des dimensions déterminées. — La formation des spermatozoïdes chez les Sélaciens nous offre quatre exemples de genèse intra-cellulaire : corpuscule précurseur, nodule céphalique et segment moyen se montrant dans le spermatoblaste, filament caudal apparaissant dans le protoplasma de la cellule mère.

Beaucoup d'auteurs contemporains se servent, pour désigner le phénomène d'histogénie en question, du terme plus général et moins précis de *différenciation*.

dérable de ce dernier. Ses bords s'incurvent d'abord vers le centre du noyau, puis se retroussent légèrement en dehors, comme l'indique la figure G; le diamètre du disque est alors d'environ 0,008 millimètre. On remarque en en outre que la portion du noyau qu'il recouvre se rapproche de la surface du spermatoblaste, de façon que le corps de ce dernier fait une saillie notable du côté opposé et paraît se rassembler en quelque sorte autour du segment moyen qui lui-même a gagné en longueur un ou deux millièmes de millimètre.

Bientôt les bords retroussés du petit disque céphalique se rabattent autour du noyau de façon à en coiffer l'hémisphère antérieur; à ce moment (fig. 16 H), le disque a pris exactement la forme d'un chapeau tyrolien : cône évasé à sa base, à bords légèrement renversés en dehors, le sommet déprimé en fond de bouteille (I). Nous lui donnerons à l'avenir le nom de *coiffe céphalique* (fig. 16, Hc, etc).

A partir de ce moment, le noyau tout entier s'allonge suivant l'axe de la coiffe, et celle-ci augmente en profondeur et tend peu à peu à le recouvrir entièrement. La longueur du segment moyen augmente concurremment.

La figure J représente un noyau elliptique dont la moitié antérieure, incluse dans la coiffe, a la même longueur que la postérieure demeurée libre (0,005 millimètre pour chacune) et dont l'extrémité postérieure est en contact avec le segment moyen toujours à peu près rectiligne et mesurant 0,01 millimètre. La dimension transversale du noyau, prise au niveau du bord de la coiffe est de 0,006 millimètre.

Parfois, comme en J', le bord de la coiffe au lieu de se montrer comme une simple ligne transversale marquant la limite des deux hémisphères, se présente sous l'aspect d'une bande étroite (haute de 0,002 millimètre environ). Ce fait paraît provenir de ce que le bord est assez retroussé pour représenter un *bourrelet marginal b*, d'une épaisseur appréciable, celui de la figure J étant au contraire trop mince pour offrir un double contour, et ne faisant qu'une toute petite saillie ponctiforme sur la coupe optique.

La substance dont est formée la coiffe étant très réfringente, celle-ci communique à l'hémisphère antérieur du noyau qu'elle recouvre un aspect brillant particulier qui contraste avec la teinte

beaucoup plus mate de l'hémisphère postérieur ; cette différence est assez frappante pour être vue, même à des grossissements peu considérables.

La figure J' montre en outre que la dépression en fond de bouteille située d'abord au sommet de la coiffe tend à s'effacer ; le noyau mesure 0,011 millimètre en longueur, et le segment intermédiaire, qui commence à paraître un peu contourné, 0,012 millimètre.

L'allongement de toutes ces parties s'accusant de plus en plus, on voit que l'hémisphère postérieur du noyau diminue progressivement par suite de l'allongement rapide de la coiffe (fig. K). En outre le noyau perd en largeur ce qu'il gagne en longueur et subit un amincissement de plus en plus marqué. (Longueur de la coiffe ou de l'hémisphère antérieur 0,011 millimètre, longueur de l'hémisphère postérieur 0,003 millimètre; largeur à la limite de séparation 0,003). Le segment moyen présente un trajet irrégulièrement ondulé et mesure 0,018 millimètre.

A l'endroit où le sommet de la coiffe présentait une dépression, il se produit un peu plus tard une petite saillie ou *pointe céphalique* (fig. L. *p*), et toute la coiffe, avec la portion incluse du noyau semble se dégager du corps cellulaire qui bientôt ne forme plus qu'un étroit manchon de protoplasma finement granuleux *s* autour du segment moyen *m*.

Le filament spermatique se compose maintenant d'un segment céphalique libre, mesurant 0,002 millimètre (dont 0,002 pour la pointe, 0,016 pour la coiffe et 0,002 pour l'hémisphère postérieur) de long, sur 0,0025 de large; d'un segment moyen ondulé, enveloppé par le corps cellulaire du spermatoblaste, long de 0,024 millimètre; et enfin du flagellum *f*, dont les dimensions n'ont guère varié (0,10 à 0,108 millimètre).

La pointe céphalique se présente comme une simple excroissance de la coiffe céphalique avec laquelle elle se trouve en continuité de substance, et dont elle possède la réfringence et les réactions.

Si l'on examine la cellule mère au stade de la figure L, on remarque que les filaments spermatiques, au lieu de former une sorte de grappe creuse (comme dans la fig. 19) tendent à pren-

dre une disposition fasciculée (fig. 20) d'autant plus accusée qu'ils s'allongent davantage. En outre, en raison de l'amincissement individuel de ces éléments, le diamètre transversal du groupe qu'ils constituent est notablement diminué (sur les faisceaux considérés en place); en conséquence les groupes sont plus écartés les uns des autres, et le manchon protoplasmique que leur fournit la cellule mère a augmenté d'épaisseur dans la même proportion. Quant au cylindre de protoplasma central que limitaient primitivement les spermatoblastes juxtaposés, il a disparu à peu de chose près (sa substance ayant servi sans doute à former les queues des spermatozoïdes). On peut se représenter le faisceau de la figure 20 comme emboîté dans une grosse cellule mère conique, munie à sa base du noyau basilaire et creusée dans sa partie axile d'une excavation dont les parois s'appliquent exactement sur le faisceau inclus, jusqu'un peu au delà des segments moyens; à ce niveau, elle présente une sorte de goulot ou d'orifice circulaire livrant passage aux filaments caudaux serrés les uns contre les autres pour constituer le prolongement hyalin qui s'étend dans la cavité centrale de l'ampoule.

La coiffe céphalique est homogène, réfringente; elle offre une résistance notable aux actions chimiques et à la putréfaction, et possède une rigidité particulière qui fait qu'on la trouve avec sa forme parfaitement conservée et isolée des parties qui l'entourent lorsque celles-ci ont été détruites (par les acides dilués par exemple), (fig. 16, T). Lorsqu'on traite les filaments spermatiques frais ou incomplètement fixés par un agent déshydratant tel que la glycérine, la coiffe céphalique n'est nullement modifiée, la substance nucléaire incluse se rétracte et se ratatine (fig. 16, U); l'eau, au contraire, provoque un gonflement notable de l'hémisphère postérieur (fig. 16, X) ainsi que du corps cellulaire de la cellule spermatoblastique.

En examinant le stade qui succède à celui de la figure 16, L, et qui est représenté en M, on constate que la pointe céphalique *p* commence à se contourner en tire-bouchon et acquiert 0,003 millimètre de longueur; la coiffe céphalique perd également sa direction rectiligne et décrit deux légères ondulations; elle mesure 0,03 millimètre, tandis que l'hémisphère posté-

rieur du noyau n'existe plus qu'à l'état de vestige insignifiant. Le segment moyen *m* a 0,035 millimètre.

En N, il n'y a plus de portion du noyau non enveloppée par la coiffe, et le segment moyen vient au contact de l'extrémité postérieure de cette dernière et de la substance nucléaire incluse. Les dimensions sont de 0,004 millimètre pour la pointe; 0,063 millimètre pour la tête, plus fortement ondulée (coiffe et noyau inclus), sur 0,0017 de large; enfin 0,048 millimètre pour le segment moyen qui ne grandira plus guère par la suite.

Dès lors, il ne reste plus qu'à poursuivre les transformations de la tête.

En O, la pointe mesure 0,004 millimètre; la tête 0,082 sur 0,0015 de large. En P, la pointe atteint 0,006 millimètre, la tête 0,092 sur 0,001 de large. En Q, les dimensions totales n'ont pas varié, vu que la tête se contourne régulièrement en hélice à sa partie postérieure sur une longueur de 0,032 millimètre, ce qui compense son allongement; l'épaisseur, dans cette portion, est d'environ 0,0005 millimètre et restera telle. En R, l'hélice a gagné les deux tiers de la longueur de la tête, enfin, en S, celle-ci est régulièrement contournée en douze ou quatorze tours de spire et mesure 0,1 millimètre. Le segment moyen atteint 0,050 millimètre et redevient plus rectiligne.

La dernière transformation, que nous n'avons pas figurée sur l'Ange, porte sur le segment moyen qui apparaît sur les spermatozoïdes pris dans les voies d'excrétion, comme une barre droite, légèrement aplatie, homogène et sans réfringence; le corps cellulaire qui l'enveloppait a complètement disparu. La figure 23 qui représente un spermatozoïde parfait de l'émissole *(mustelus vulgaris)* montre d'une manière exacte ces derniers changements.

Il est à remarquer que la pointe céphalique ne se voit plus fort nettement, à partir du stade S (fig. 16), sur les filaments spermatiques isolés; mais elle est parfaitement distincte sur les faisceaux de spermatozoïdes dont l'extrémité antérieure ne prend pas les réactifs colorants sur une longueur de 0,007 millimètre environ. C'est la portion de la tête qui est formée uniquement par la substance de la coiffe, sans inclusion de subs-

tance nucléaire capable de se combiner aux matières colorantes.

Durant les derniers stades qui viennent d'être décrits, une fois que les têtes sont fortement allongées, les faisceaux spermatiques deviennent de en plus plus étroits et cylindriques. On remarque en même temps que les pointes céphaliques tendent à se mettre peu à peu sur un même plan; de la sorte les filaments placés au centre des faisceaux, qui d'abord étaient beaucoup plus rapprochés du noyau basilaire que ceux de la périphérie, font une saillie de moins en moins notable. Finalement, l'extrémité céphalique du faisceau se termine par une surface plane; elle est placée au-dessus du noyau basilaire et juste en face de lui, faisceau spermatique et noyau se trouvant superposés dans l'axe de la cellule mère.

Mais ce dernier rapport change bientôt : le noyau se trouve déplacé latéralement, comme si les spermatozoïdes en s'allongeant le poussaient de côté. Quand les zoospermes ont atteint leur longueur définitive, la cellule mère présente l'aspect de la figure 21 : les spermatozoïdes à têtes régulièrement tordues en spirale, forment un mince faisceau cylindrique *c* dont l'extrémité antérieure arrive jusqu'à la base de la cellule et vient au contact de la paroi ampullaire. Le corps cellulaire entoure le faisceau jusqu'à l'extrémité des segments moyens *m*, sous forme d'un manchon conique de protoplasma grenu, assez clair ; à l'extrémité périphérique se trouve le noyau basilaire *n*, et vers le sommet on aperçoit un corps ovoïde très réfringent, un peu moins gros que le noyau, auquel Semper, et après lui Balbiani, ont donné le nom de *corps problématique p*.

Sur les ampoules dilacérées, il arrive souvent que les cellules mères se trouvent brisées de telle sorte que la portion basilaire avec le noyau reste adhérente à la paroi, le reste du corps cellulaire étant entraîné par le faisceau spermatique qu'il enveloppe. Dans ces conditions (fig. 22) on a l'apparence d'un épithélium assez régulier, composé de larges cellules polyédriques présentant des amas de granulations graisseuses *g* pareilles à celles que nous avons signalées sur les ovules du pli progerminatif; le noyau aplati, elliptique, et mesurant environ 0,015 à 0,018 millimètre *n*, paraît fréquemment divisé en deux ou trois segments par des incisures peu profondes; il renferme de un à trois nucléoles brillants.

La figure 24 nous montre les diverses phases de la spermatogenèse chez la Roussette (nous avons examiné Scyllium canicula et surtout Sc. catulus qui nous a déjà servi pour étudier la formation des spermatoblastes.) On remarque à première vue une très grande analogie avec l'évolution des spermatozoïdes de l'Ange.

On voit, en A, le spermatoblaste (0,01 millimètre) avec son noyau *n*, encore granuleux (0,006 millimètre) et le corpuscule précurseur *u*; en B, le noyau s'est rétracté (0,005 millimètre) et est devenu homogène et réfringent. Puis se montrent, le nodule céphalique *o* (0,0025 millimètre), le segment moyen *m* (0,004 millimètre) avec son renflement terminal *r* et le flagellum *f* qui s'y insère (fig. C, D); en même temps apparaît le croissant granuleux dans lequel disparaît le corpuscule précurseur. Le filament caudal mesure 0,08 à 0,09 millimètre.

En E et F, le nodule céphalique s'étend pour former la *coiffe céphalique c*, mais la forme de chapeau précédemment décrite est ici beaucoup moins nette, vu que le bord de la coiffe est à peine renversé en dehors; c'est ce qui fait également que le bourrelet marginal est bien moins visible que chez l'Ange. La coiffe est aussi bien plus atténuée à son sommet, ce qui donnera bientôt à ce segment céphalique un aspect lancéolé particulier.

Les dimensions sont, en F : hémisphère antérieur *c* du noyau 0,004 millimètre de long; hémisphère postérieur *n*, 0,005; diamètre transversal au niveau du bord de la coiffe 0,006; segment moyen, 0,005.

En G, l'excavation du sommet de la coiffe a disparu, et celle-ci atteint 0,005 millimètre en longueur, sur une largeur égale; l'hémisphère postérieur n'a plus que 0,004, et le segment moyen, un peu écarté du noyau, 0,006 millimètre.

Le noyau continue à s'allonger et à s'amincir ; la coiffe mesure en H 0,006 millimètre de long, sur 0,004 de large, l'hémisphère postérieur 0,004, le segment moyen 0,007 millimètre.

En I, la coiffe atteint 0,01 millimètre sur 0,003 en largeur seulement; la partie libre du noyau est plus grande qu'à l'état normal (0,004 millimètre) parce qu'elle se trouve gonflée par l'action de l'eau.

La tête se dégage ensuite du corps cellulaire du spermatoblaste (fig. J), elle a une longueur de 0,012 millimètre, dont 0,002 seulement pour la partie postérieure. Le segment moyen, vers lequel semble se porter tout le protoplasma de la cellule spermatoblastique atteint 0,01 millimètre ; il conserve toujours sa direction en ligne droite.

Les dimensions n'ont guère varié en L (tête 0,016, segment moyen, 0,012 millimètre), mais l'aspect lancéolé est bien accusé, et de plus on aperçoit à l'extrémité antérieure la petite pointe céphalique *p* (déjà visible en J), longue de 0,002 millimètre.

Cette pointe ne tarde pas à se tordre en spirale (fig. M) ; la tête elle-même commence à se contourner légèrement, et la coiffe *c* (longue de 0,023 millimètre sur 0,0013 de large) enveloppe le noyau sur toute sa longueur et se fixe au segment moyen *m* encore rectiligne et mesurant 0,013 millimètre.

Dès lors la tête, ainsi que la pointe céphalique, gagnent rapidement en longueur; sur la figure N le segment céphalique qui décrit deux ou trois ondulations a 0, 040 de long sur 0,001 millimètre de large; le segment moyen se contourne légèrement à son tour (long., 0,014 millimètre).

En O la tête décrit plusieurs tours de spire très allongés (0,056 sur 0,0006 millimètre) ; la pointe céphalique *p* est toujours nettement distincte. Le segment moyen atteint sa longueur maximum (0,018 millimètre) ; et le manchon protoplasmique qui l'entoure est réduit en épaisseur.

La figure P représente, à un grossissement de 1000 diamètres, l'état parfait des spermatozoïdes dans le genre roussette, état qui diffère sensiblement de ce qu'on voit chez l'Ange et chez l'Emissole.

Le segment céphalique *c* a la forme d'un long pas de vis très fin, rectiligne sur lequel on ne distingue plus de pointe céphalique; l'extrémité antérieure est simplement un peu amincie (longueur 0,042 millimètre). La postérieure se fixe à un segment moyen rectiligne *m*, allongé, un peu aplati, ne prenant pas les substances colorantes, semblable en un mot à celui des espèces étudiées précédemment (longueur 0,018 millimètre). Le flagellum qui lui fait suite mesure 0,09 millimètre.

N'ayant pas trouvé de stades intermédiaires à O et P (fig. 24)

sur nos préparations, nous ne pouvons pas indiquer de quelle manière se fait le passage d'une forme à l'autre chez les roussettes. Par contre nous avons pu suivre d'une manière complète le mécanisme de la transformation analogue que présentent les spermatozoïdes de raie.

Les changements successifs que subit la cellule mère considérée dans son ensemble sont en tous points pareils à ceux que nous avons vus chez l'Ange, sauf en ce qui concerne le dernier stade.

La figure 26 montre une grappe de spermatozoïdes de roussette dont la coiffe céphalique est encore peu développée et qui se trouvent à peu près à la même phase que ceux de la figure 19 (ange). L'extrémité antérieure du noyau est tournée vers la surface de la grappe ; le corps cellulaire se trouve presque entièrement du côté opposé, entourant les segments moyens. Ceux-ci, de même que les filaments caudaux qui leur font suite se dirigent obliquement vers la portion centrale, et les queues se réunissent en un point qui correspond à peu près au sommet de la cellule mère pour se juxtaposer en un faisceau réfringent occupant la cavité de l'ampoule. Sur la figure 27, les segments céphaliques semblables à celui de la figure 24 P sont juxtaposés en un faisceau *t* sur lequel les tours de spire de chaque tête se dessinent comme des stries transversales ; le tout rappelle par son aspect les fibres musculaires striées, ainsi que l'ont signalé déjà les observateurs cités plus haut. On y voit également le noyau basilaire *n* et le corps problématique *p*. Enfin, la partie antérieure *s* du faisceau caudal *f*, celle qui fait suite aux segments moyens *m*, présente sur une longueur de 0,015 millimètre environ, un aspect granuleux particulier, de sorte que le faisceau spermatique paraît composé de quatre segments différents. Nous nous sommes assuré que cette apparence est due à la présence de prolongements du corps cellulaire des spermatoblastes, semblables à ceux qui se trouvent figurés en F, F', G, K, L, sur la raie (fig. 25) ; elle disparaît complètement sur les filaments isolés.

L'évolution des filaments spermatiques des raies se trouve représentée sur la figure 25. Les observations ont porté sur les genres suivants : *Raja batis, R. clavata*, *R. ondulata*. On retrouve ici, avec quelques variantes de détail, les même phénomènes que sur les Sélaciens étudiés précédemment.

Les spermatoblastes (fig. 25, A) ont 0,01 millimètre de diamètre, et leurs noyaux 0,005 millimètre.

Le nodule céphalique *o* mesurant 0,002 millimètre, le segment moyen *m* (0,004 millimètre) et la queue se montrent dans l'ordre habituel. En B (segment moyen : 0,005 millimètre) on voit la forme discoïde du nodule ; en D' il se trouve écarté mécaniquement du noyau. En D il est un peu excavé.

En E on voit ses bords se renverser en dehors en s'appliquant sur le noyau qui occupe déjà dans la cellule une position excentrique ; l'excavation du sommet tend à s'effacer ; le segment moyen atteint 0,007 millimètre.

L'allongement des diverses parties s'accuse dès les stades F, F' : la coiffe céphalique, en forme de cône évasé à sa partie moyenne recouvre complètement le noyau qui présente une base plane, comme si on avait retranché l'hémisphère postérieur par une section transversale. Au sommet se voit la pointe céphalique faisant saillie en dehors du corps cellulaire. Le segment céphalique a 0,007 millimètre de longueur, sur une largeur de 0,005 à la base. Vers le milieu de cette dernière vient se fixer le segment moyen légèrement ondulé, long de 0,009 millimètre. Le corps du spermatoblaste, tout en se trouvant reporté en majeure partie vers le segment moyen qu'il enveloppe présente deux prolongements renflés et arrondis à leur extrémité, rattachés parfois à la cellule par des pédicules minces et comme étirés. L'un se dirige en arrière, débordant le renflement terminal du segment moyen d'environ 0,008 millimètre ; l'autre, de même grandeur, se dirige en avant, et se fixe au spermatoblaste près du point d'émergence de la pointe céphalique ; il paraît un peu plus réfringent que le reste du corps cellulaire, principalement vers son extrémité renflée.

Des dispositions semblables s'observent en G, où la tête lancéolée mesure 0,02 millimètre de long sur 0,002 de large ; la pointe céphalique un peu contournée en spirale à 0,003 millimètre, le segment moyen 0,01 millimètre.

En H la tête allongée, à peu près cylindrique (0,028 millimètre de long sur 0,001 de large) est surmontée d'une pointe longue de 0,004 millimètre, décrivant deux tours de spire. Le segment moyen mesure 0,014 millimètre, et cesse de croître à partir de ce moment.

Le segment céphalique très mince et un peu ondulé mesure en I 0,04 millimètre (dont 0,004 pour la pointe) de long sur 0,0005 de large. En J il décrit cinq tours de spire réguliers. En K nous voyons sa partie antérieure (à l'exception de la pointe céphalique qui ne change pas) se contourner en un pas de vis rectiligne d'une extrême finesse. En L ce pas de vis règne sur toute la longueur de la tête qui mesure alors 0,004 millimètre, et présente encore à son extrémité antérieure la pointe céphalique longue de 0,003 millimètre. Sur les figures K et L le corps cellulaire montre aussi un appendice protoplasmique qui s'étend le long du flagellum, en arrière du segment moyen.

Le spermatozoïde parfait M, pareil à celui de la roussette, se compose d'une tête en pas de vis rectiligne *c* mesurant 0,042 millimètre, la pointe céphalique n'étant plus distincte; d'un segment moyen *m* rectiligne et aplati de 0,014 millimètre, d'un flagellum *f* qui a conservé sa longueur initiale (0,095 à 0,1 millimètre) (1).

§ 2. — Phases ultimes de l'évolution des cellules mères ; déhiscence et atrophie des follicules.

Lorsque les spermatozoïdes touchent à la fin de leur développement, les cellules mères avec les faisceaux inclus présentent l'aspect des figures 21 et 27. Il est facile de voir que la portion de la cellule qui n'a pas pris part à la formation des filaments spermatiques ne joue pas le rôle purement passif d'une simple enveloppe protectrice. Comme nous l'avons fait remarquer précédemment, sa masse, presque insignifiante au moment où apparaissent les premiers rudiments des spermatozoïdes, s'accroît notablement par la suite, à mesure que les faisceaux spermatiques deviennent plus longs et plus étroits. Bientôt le noyau basilaire, d'abord situé sur le prolongement de l'axe du faisceau, prend peu à peu une position latérale. Sur les pièces dissociées on trouve alors fréquemment les faisceaux (fig. 30) entièrement dégagés de leur manchon protoplasmique ; et ce dernier présente un canal (fig. 28 *t*) qui le parcourt dans toute sa longueur.

Au moment de la déhiscence des follicules, le gonflement du

(1) Le pas de vis céphalique est exactement pareil à celui de la roussette (fig. 24 P), mais n'a pu être représenté de la même manière à une aussi petite échelle.

noyau et l'augmentation de volume du corps cellulaire prennent des proportions considérables. Les faisceaux de spermatozoïdes sont expulsés en masse, et, chose assez étonnante quand on considère l'étroitesse du canalicule excréteur, on les retrouve jusque dans la partie inférieure des canaux déférents réunis en amas sphériques avec les queues tournées vers le centre; ils conservent ainsi la disposition qu'ils affectaient dans l'intérieur des ampoules séminales (fait déjà signalé par Lallemand).

Le corps problématique de Semper se montre vers la partie moyenne du faisceau spermatique (fig. 21, 27 et 28, *p*) lorsque ce dernier a pris une forme à peu près cylindrique. Il est ovoïde ou conoïde à base excavée, rappelant un peu les noyaux internes des cellules mères en voie de segmentation. Semper, avait déjà constaté qu'il est insoluble dans l'alcool, l'éther et la térébenthine; l'acide osmique le teinte à peine. Ces réactions excluent complètement l'hypothèse d'une *dégénérescence graisseuse* mise en avant par Balbiani et par Sabatier. (V. plus bas.) N'ayant rien à ajouter aux faits déjà connus pour ce qui concerne l'atrophie des follicules séminaux une fois vidés de leur contenu, leur réplétion par une substance hyaline fortement réfringente, etc., nous renvoyons au mémoire de Semper qui a décrit avec soin cette dernière et curieuse phase de l'existence des ovules mâles. Nous n'avons jamais pu constater la disposition signalée par cet auteur chez les animaux très âgés, où la masse des ampoules atrophiées s'accumulerait au point d'envelopper de toutes parts le testicule, y compris le pli progerminatif, ce dernier se trouvant ainsi placé plus ou moins profondément dans le parenchyme de l'organe.

Presque toutes les parties constituantes de l'ovule mâle parvenu à sa maturité sont modifiées d'une manière remarquable lorsqu'on les met en contact avec l'eau. Nous avons déjà signalé le gonflement qui se produit sur l'hémisphère postérieur du noyau des spermatoblastes sous l'action de ce réactif. L'augmentation de volume est encore plus marquée sur le protoplasma du corps des spermatoblastes ainsi que celui de la cellule mère. Cette dernière, observée à l'état frais dans un stade voisin de celui de la figure 27, p. ex., absorbe l'eau avec une grande rapidité; il suffit d'ajouter une goutte de ce liquide pour

voir le corps de la cellule se gonfler aussitôt et prendre une forme sphérique ; en même temps les queues des spermatozoïdes tendent à s'enrouler sur elles-mêmes autant que le permet la résistance de la masse protoplasmique qui les entoure. On obtient ainsi des apparences rappellant exactement celles qui ont été figurées par les auteurs qui admettaient la formation endogène, et de toutes pièces, des filaments spermatiques dans les cellules mères, les spermatozoïdes se trouvant enroulés en spirale au sein de ces dernières.

Nous n'avons pas pu donner une description entièrement satisfaisante de l'évolution du corps cellulaire du spermatoblaste ; cela tient en partie à ce que le protoplasma qui le constitue devient rapidement très pâle et transparent, à contours à peine visibles, sur les pièces fixées par l'acide osmique et conservées dans la glycérine.

Sur nos figures on voit le segment céphalique se dégager peu à peu du corps cellulaire ; mais quand il se contourne en spirale on peut souvent suivre sur toute sa longueur une sorte de bord ou de contour très fin (fig, 16, Q *b* ; fig. 25, J, b ; fig. 24, O). Faut-il considérer ces apparences comme répondant à une mince couche de protoplasma cellulaire qui resterait appliquée intimement sur la tête du spermatozoïde ?... C'est peut-être à des faits du même ordre qu'il faut rapporter les observations de A.-V. Brunn (voy. au chap. suivant) qui admet en quelque sorte la présence de deux coiffes céphaliques superposées. Ce qui tendrait également à faire admettre la persistance d'un petit manchon protoplasmique autour du segment céphalique, c'est que lorsqu'on examine les coupes qui portent tranversalement sur les faisceaux de spermatozoïdes de façon à les trancher perpendiculairement à leur grand axe (fig. 29), la section de chaque tête se présente comme une petite surface foncée polygonale ou irrégulièrement arrondie ; les têtes ne sont pas en contact les unes avec les autres, mais elles se trouvent séparées par des intervalles clairs un peu plus considérables que leur propre diamètre. Sur la figure 29 ces intervalles sont un peu exagérés par ce fait que la pièce ayant été fixée par le liquide de Müller, la substance interposée aux têtes a subi un certain gonflement. La coupe a porté sur l'extrémité antérieure des faisceaux, de sorte qu'on voit sur deux cellules mères le noyau basilaire situé à côté du

faisceau spermatique. Ces coupes permettent aussi de compter exactement le nombre des spermatozoïdes inclus dans chaque cellule.

Enfin nous avons trouvé plusieurs fois (fig. 16, O'; fig. 24 K) le segment céphalique ayant déjà acquis une longuer notable, et enroulé sur lui-même de façon à être plus ou moins complètement enveloppé par le corps du spermatoblaste. Plusieurs des auteurs que nous citons semblent considérer cette disposition comme constante ; nous ne l'avons constatée que rarement à l'état frais, et jamais sur les pièces fixées par l'acide osmique.

Les cellules résultant de la division de l'ovule mâle présentent (à l'état frais et sur les pièces fixées par l'acide osmique) un nucléole très net. Ce dernier cesse d'être visible sur les *spermatoblastes* un peu avant le début de la spermatogenèse.

CHAPITRE IV

Résumé critique et conclusions

Ce qui frappe tout d'abord dans l'histoire de la spermatogenèse chez les Sélaciens, c'est la grande analogie qui existe entre les deux sexes au point de vue de l'évolution des cellules génitales. Les ovules mâles et femelles apparaissent dans l'épithélium germinatif chez l'embryon et pénètrent peu à peu dans le tissu sous-jacent pour constituer les parenchymes testiculaire et ovarien. Les ovules mâles, entourés d'une paroi propre, constituent des ampoules séminales qui arrivent successivement à maturité, se vident, et finalement s'atrophient, rappelant ainsi, sous bien des rapports, la manière dont se comportent les follicules de Graff chez la femelle.

Ce n'est pas le moindre mérite du mémoire de Semper, que d'avoir mis en évidence, avec la plus grande netteté, ces analogies de développement. Elles sont, en effet, d'autant plus intéressantes à connaître, que l'origine embryonnaire des cellules génitales mâles, chez les vertébrés supérieurs, est encore imparfaitement élucidée. L'évolution si simple et si typique des Plagiostomes pourra servir de guide pour les recherches ultérieures portant sur les autres vertébrés; les notions précises acquises sur ce groupe de poissons paraissent devoir s'appli-

quer dans une certaine mesure aux mammifères et aux oiseaux chez lesquels les diverses phases du développement se présentent avec des apparences plus compliquées.

Nous nous sommes attaché surtout à suivre les transformations de l'ovule mâle chez l'adulte, de façon à compléter les données de Semper sur ce point spécial.

En ce qui concerne la formation des spermatoblastes, nous donnons une interprétation qui diffère sensiblement de celle qu'avait adoptée cet auteur et qui nous paraît plus en harmonie avec l'ensemble des faits observés. Ceux-ci laissent encore un certain nombre de lacunes regrettables, notamment en ce qui concerne la première segmentation du noyau ovulaire, et l'origine du noyau basilaire des cellules mères de spermatoblastes. Les phénomènes embryonnaires ainsi que ceux que l'on peut constater sur l'adulte étant dès à présent connus d'une manière à peu près satisfaisante, nous pensons que les recherches destinées à éclaircir les points douteux qui subsistent encore, devront porter surtout sur des animaux jeunes, pris un peu avant que les fonctions génitales ne se soient établies. On verra ainsi apparaître successivement les divers stades que l'on trouve mêlés les uns avec les autres chez l'animal adulte, ce qui permettra d'établir d'une manière certaine l'origine et la nature des petites cellules qui bordent les ovules, ainsi que les changements que subissent ces derniers tout au début de la spermatogenèse.

M. le professeur Balbiani (leçons sur la génération des vertébrés, Paris 1879) a donné, après Semper, une description détaillée de la spermatogenèse des Plagiostomes. Il n'apporte aucun fait nouveau de quelque importance, mais il applique aux apparences exactement décrites par Semper sa théorie de la préfécondation des éléments testiculaires; dans cet ordre d'idées, il décrit dans la cavité centrale des follicules testiculaires un *œuf femelle*; les cellules coniques qui bordent la cavité seraient des *gemmes ovulaires;* le *corps problématique* serait un reste du noyau de ces gemmes, etc... La discussion de toutes ces hypothèses ne saurait trouver place dans notre travail qui n'a d'autre but que d'exposer une série de recherches d'ordre anatomique indépendamment de toute doctrine ou idée préconçue.

Plus récemment M. A. Sabatier, ayant observé la produc-

tion de deux générations successives de gemmes à la surface des ovules mâles de quelques annélides (Comm. à l'Ac. des sc., 30 janvier 1882. — De la spermatogenèse chez les annélides, *Revue des sc. nat.*, t. I, 3, 1882) a pensé que les faits constatés par lui devaient s'appliquer à toute la série animale. Des recherches ultérieures (de la spermatogenèse chez les Plagiostomes et chez les Amphibiens. Comm. à l'Ac. des sc., 17 avril 1882) l'ont confirmé dans cette idée. Selon cet auteur « chez les Plagiostomes (Raja clavata, Scyllium catulus), vers la paroi inférieure des testicules, se forment constamment des culs-de-sac glandulaires par bourgeonnement des cellules épithéliales des conduits séminifères. Quelques-unes de ces cellules grossissent beaucoup et constituent des *spermatospores* ou ovules mâles. » Il faudrait de nouvelles recherches très démonstratives pour nous faire accepter cette opinion, après la description si nette et si concluante qu'a donnée Semper des phénomènes de développement se rapportant à l'origine des ovules mâles. M. Sabatier admet, par la suite, qu'il naît dans la partie superficielle de l'ovule mâle, et par formation endogène, des noyaux constituant les protospermoblastes : « Autour de ces ovules mâles se trouvent quelques rares cellules aplaties, qui ne sont que des cellules épithéliales n'ayant pas grossi comme leurs voisines, et qui disparaissent sans avoir joué un rôle spécial. Dans le protoplasme périphérique du spermatospore naissent, par voie endogène, des noyaux qui grossissent, tandis que le noyau central de la cellule et la couche de protoplasme qui l'entoure immédiatement deviennent très granuleux et se désagrègent. Les noyaux formés à la périphérie constituent les noyaux des *protospermoblastes*. »

On voit que cette opinion se rapproche de celle de Semper qui tendait à faire dériver les petites cellules granuleuses des ovules mâles par une sorte de gemmation superficielle. N'ayant jamais pu constater aucun phénomène de résorption cellulaire, mais au contraire une prolifération active des éléments appliqués sur les ovules dans les cordons du pli progerminatif, nous avons cru devoir nous arrêter à l'interprétation donnée plus haut (chap. II).

M. Sabatier résume comme il suit le développement ultérieur de ces protospermoblastes : « De chacun de ces derniers naît,

par division, vers le centre du follicule, un second noyau qui se divise à son tour, et ainsi de suite. De là résultent des séries de cinq à six noyanx disposées suivant les rayons du follicule. Celui-ci grossit et a la forme d'une petite sphère. Ainsi se produisent les générations suivantes de noyaux qui, entourés d'une mince couche de protoplasma constituent les *deutospermoblastes*. Ces derniers continuent à se multiplier par division, acquérant des dimensions de plus en plus petites, et formant par leur réunion des masses prismatiques disposées suivant les rayons de la sphère, et dont chacune repose à la périphérie sur le protospermoblaste qui lui a donné naissance.

Celui-ci se distingue toujours des deutospermoblastes, en ce que n'ayant subi qu'une première division, il a conservé son volume primitif et s'est seulement aplati contre la paroi du follicule.

Chacun des petits deutospermatoblastes (noyau et protoplasme) s'allonge et s'effile pour former un spermatozoïde. L'ensemble des spermatozoïdes d'une même masse prismatique forme un faisceau conique dont la base, dirigée vers la surface du follicule sphérique, repose sur le protospermoblaste générateur. »

On voit que l'auteur a observé, comme nous, la multiplication par scissiparité des éléments nés par formation endogène au sein de l'ovule mâle, multiplication qui avait échappé à Semper.

En somme sa description s'accorde assez exactement avec celle que nous avons donnée au chapitre II. Si nous n'en parlons que maintenant, c'est qu'elle n'a été publiée qu'à un moment où la rédaction de notre travail était à peu près achevée.

Nous ne croyons pas devoir adopter la terminologie nouvelle et compliquée qu'emploie M. Sabatier (d'après Blomfield. Quat. Journ. of micr. Sc., 1880.) En effet, la division de l'ovule mâle en une série de générations de cellules filles aboutissant à la formation des spermatoblastes, est à nos yeux un phénomène comparable à celui qui amène l'œuf fécondé à l'état de blastoderme : que l'individualisation cellulaire se fasse par segmentation (la plupart des œufs femelles, ovules mâles des Sélaciens), ou par gemmation superficielle (œufs de certains arthropodes,

la plupart des ovules mâles), ou par tout autre mécanisme, le fait fondamental est toujours de même ordre. Dans ces conditions, il paraît plus important de déterminer exactement le mécanisme de la division que de donner un nom particulier à chacun des stades de segmentation que l'on peut observer. On arriverait ainsi à un langage scientifique extrêmement compliqué et qui n'ajouterait rien à la notion précise des faits.

Nous conservons de même le nom de *spermatoblastes*, dont on se sert couramment en histologie, et nous ne l'appliquons qu'aux seuls éléments qui donnent *immédiatement* naissance aux spermatozoïdes : les stades intermédiaires ne représentent pas plus des *spermoblastes* que les sphères produites au début de la segmentation du vitellus ne sont des cellules blastodermiques.

D'après M. Sabatier, les corps problématiques sont des noyaux de *deutospermoblastes stériles*, qui ne se sont pas divisés et qui subissent une *régression graisseuse*. Nous avons dit plus haut que ces corps n'ont nullement les réactions des corps gras.

Pour ce qui est des faits concernant la formation des spermatozoïdes aux dépens des spermatoblastes, et que nous indiquons en plus de ceux déjà consignés par Semper, nous ne trouvons à citer, pour les Sélaciens, qu'un passage de M. de La Valette Saint-Georges, dans un article bien connu du Manuel de Stricker :

« J'ai trouvé un objet très convenable pour l'étude de la spermatogenèse chez les poissons dans le testicule de la raie polie. Les spermatozoïdes paraissent se former dans de grandes cellules (10 μ) à noyaux clairs (5 μ). Comme chez quelques mammifères, j'ai observé sur un côté du noyau une petite excavation en forme de vésicule. Ensuite le noyau s'allonge et l'on voit apparaître une espèce de petite saillie à son extrémité supérieure. Du côté opposé de la cellule on voit pousser la queue qui bientôt se met en rapport avec le noyau. La tête continue à s'allonger et se replie sur elle-même dans l'intérieur de la cellule ; bientôt elle commence à se contourner en forme de tire-bouchon. Finalement elle se redresse et prend la forme d'une spirale régulière longue de 34 μ, avec une queue droite mesurant 85 μ. »

Après cette observation, jointe à celles de Semper, nous ne

croyons pas devoir nous arrêter à l'opinion encore admise par M. Balbiani, qui fait naître la tête du spermatozoïde, indépendamment du noyau du spermatoblaste, aux dépens d'un *corpuscule céphalique* (probablement le *corpuscule précurseur*). Tous les travaux récents sur les vertébrés démontrent la participation directe du noyau ; M. Mathias Duval qui avait opiné en faveur d'une origine extra nucléaire chez certains mollusques (1) (manière de voir qui est d'ailleurs contredite par les observations plus récentes de Blomfield (2) est arrivé également à admettre la transformation du noyau en tête du spermatozoïde chez la grenouille (3).

Par contre, nous ne pouvons omettre de comparer les phénomènes que nous a présentés la spermatogenèse des Sélaciens à ceux qu'on observe chez les vertébrés supérieurs, notamment chez les mammifères, et qui ont été l'objet d'un grand nombre de travaux récents, surtout en Allemagne.

Dès 1856, Kölliker (4) décrivait les changements que subit le noyau du spermatoblaste en voie de transformation. Il signale l'allongement de ce noyau, sa séparation en deux hémisphères distincts par leur apparence et leurs réactions, ainsi que la présence d'un petit nodule réfringent à l'extrémité antérieure (taureau, chien, lapin). Depuis cette époque on trouve dans différents travaux des indications sur ce sujet ; nous ne relevons que les plus importantes, renvoyant aux auteurs cités plus bas, et notamment à la série de mémoires publiés par M. La Valette Saint-Georges dans l'*Archiv für mikrosk. Anat.* de 1865 à 1878.

Fr. Merkel (5) a vu également le noyau du spermatoblaste se diviser en deux hémisphères dont l'antérieur présente une réfringence spéciale due à la formation d'une membrane d'enveloppe rigide et offrant une grande résistance aux réactifs. Il fait dé-

(1) M. Duval. Recherches sur la spermatogenèse chez quelques gastéropodes pulmonés (*Revue des sc. nat.*, 1878). — Études sur la spermatogenèse chez la paludine vivipare (ibid. 1879).

(2) Blomfield. The development of spermatozoa (Quat. Journ. of micr. sc., 1881).

(3) M. Duval. Recherches sur la spermatogenèse chez la grenouille (*Revue des sc. nat.*, 1880).

(4) Physiol. Studien über die Samenflüssigkeit. Zeitsch. f. wissensch. Zool. 1856 Handb. d. Gewebelehre, 1867.

(5) Erstes Entwickelungsstadium der Spermatozoiden. Unters. aus. d. an. Inst. zu Rostock, 1874.

river la petite *pointe céphalique* (Spitzenknopf) d'un amas protoplasmique opaque répondant au *corpuscule précurseur*.

Après lui La Valette Saint-Georges (1) a étudié la formation de la *calotte* ou *coiffe céphalique* chez le cochon d'Inde. Enfin, A.-V. Brunn (2) a publié une relation détaillée des transformations du noyau d'après des observations faites sur un grand nombre de mammifères (chien, chat, taureau, lapin, — rat, souris). Comme nous, cet auteur pense que la *pointe céphalique* se forme indépendamment du corpuscule précurseur; seulement il admet que ce dernier constitue une *calotte céphalique* intimement appliquée sur l'hémisphère antérieur du noyau; cet hémisphère subirait en outre une modification moléculaire et acquerrait une couche superficielle réfringente qui équivaudrait à notre *coiffe céphalique*. Il y aurait donc en quelque sorte deux coiffes céphaliques superposées : une interne résultant d'une modification de la partie superficielle du noyau, une externe issue du corpuscule précurseur. Cette dernière, au bout d'un certain temps, se trouverait retroussée et renversée en avant, de façon à quitter complètement le noyau. De même on verrait disparaître par la suite la couche réfringente (*calotte interne* équivalent à notre *coiffe céphalique*) ainsi que la pointe céphalique.

Nous n'avons pas pu observer ces phénomènes sur les Sélaciens où la coiffe paraît persister, bien qu'elle s'amincisse et devienne ainsi de moins en moins apparente à mesure que s'accuse l'allongement de la tête du spermatozoïde. V. Brunn considère encore les lignes transversales que présente la tête de certains spermatozoïdes dans les derniers stades de leur évolution (lignes déjà signalées par Valentin (3) chez l'ours, le chien, le chat, le lapin, le cochon d'Inde, le bélier) comme l'empreinte du bord de la *calotte céphalique* (notre *bourrelet marginal*) demeurée visible alors que cette dernière aurait disparu.

La plupart de ces observateurs ont noté également la façon dont se comportent les deux hémisphères du noyau du spermatoblaste vis-à-vis des réactifs hydratants et déshydratants ainsi que des substances colorantes.

(1) Max Schultze's Archiv. Bd III. — Stricker's Handbuch der Gewebelehre.
(2) Arch. für mikr. Anat., 1876.
(3) Zeitschr. für rat. med. S. III, T. XVIII.

Nous ne trouvons aucune indication analogue aux nôtres pour le développement du segment moyen et du flagellum.

L'existence d'un segment moyen a été constatée par Schweigger-Seidel (1) sur les mammifères et les oiseaux; La Valette Saint-Georges a également traité ce sujet dans sa deuxième communication. Presque tous les auteurs font dériver la queue des spermatozoïdes d'une *condensation* ou différenciation du protoplasma cellulaire du spermatoblaste, d'autres la considèrent comme une excroissance du noyau. Le segment moyen ne se montrerait que consécutivement par une sorte de *différenciation* de la partie antérieure du flagellum.

En résumé nos observations tendent à mettre en lumière les points suivants :

Existence de cordons ovulaires (tubes de Pflüger mâles dans le pli progerminatif des Sélaciens adultes).

Multiplication des ovules mâles par transformation des petites cellules aplaties qui les entourent.

Production dans chaque ovule de 50 à 60 spermatoblastes par une sorte de formation endogène précédée d'une segmentation du noyau ovulaire (Voir notre communication préalable à l'Ac. des Sc., *loc. cit.*). Nous avons cherché à décrire d'une manière aussi circonstanciée que possible les divers phases de cette prolifération cellulaire au sein de l'*ovule mâle* devenu *cellule mère de spermatoblastes.* Chaque spermatoblaste donne naissance à un spermatozoïde : le *segment céphalique* de ce dernier provient directement de la *coiffe céphalique* et de la *substance nucléaire incluse;* le *segment moyen* naît par genèse dans le corps cellulaire du spermatoblaste ; le *segment caudal* se forme, également par genèse, dans la masse protoplasmique située au centre de la cellule mère. Beaucoup d'auteurs attribuent la production du flagellum à une sorte *d'effilement du protoplasma* cellulaire ; nous avons constaté que le corps du spermatoblaste se prolonge en effet, vers sa partie postérieure, mais ce prolongement est absolument indépendant du filament caudal qui s'attache toujours sur le renflement terminal du segment moyen.

Si l'on envisage comparativement l'évolution des spermato-

(1) Ueber die Samenkörperchen et ihre Entwicklung. Arch. fur mikr. Anat., 1865.

zoïdes dans les divers Sélaciens que nous avons examinés l'on remarque qu'elle est plus ou moins complète en quelque sorte suivant les espèces. C'est ainsi que les filaments spermatiques de l'Ange et de l'Emissole s'arrêtent à un état de développement qui correspond (sauf la transformation finale du segment moyen) à l'avant-dernier stade de la raie ; l'état adulte de celle-ci est le même que celui de la Roussette. Si l'on voulait étendre cette comparaison aux autres classes d'animaux, on verrait que les têtes symétriques d'un grand nombre de mammifères, avec les bandes transversales décrites par Valentin répondent sensiblement aux stades J, J' de l'Ange (fig. 16) par exemple, et aux états analogues des autres Sélaciens. La forme adulte de l'Ange et de l'Emissole (fig. 21 et 23), la phase K de la raie (fig. 25) rappellent les spermatozoïdes des oiseaux et de certains amphibiens, etc, etc... Mais nous ne possédons pas encore de renseignements assez complets pour rapprocher tous ces faits les uns des autres, et pour en tirer des déductions d'une portée générale.

Nous nous sommes efforcé, dans le cours de ce travail, d'établir une distinction nette entre l'énoncé des faits objectivement constatés, et les essais d'interprétations théoriques destinées à rattacher les unes aux autres les diverses phases du développement (1).

Nous tenons à signaler, pour finir, les points litigieux que nous n'avons pas pu éclaircir d'une manière satisfaisante :

Origine des petites cellules qui entourent l'ovule mâle.

Mécanisme de la segmentation première du noyau ovulaire et origine du noyau basilaire.

Nature et origine du corps dit problématique.

Première apparition du segment moyen et du flagellum.

(1) Somme toute il paraît y avoir une analogie indéniable entre la plupart des vertébrés pour le mécanisme de la spermatogenèse proprement dite. Nous avons observé sur le rat les premiers stades de développement de la coiffe céphalique, absolument pareils à ceux des Sélaciens. Seuls les poissons osseux n'ont pas encore donné de résultats satisfaisants dans ce sens, ce qui nous paraît tenir principalement à la petitesse des éléments. Chez une série de poissons osseux, l'amphioxus, et un certain nombre de vers, nous avons trouvé des stades analogues à ceux que décrit Langerhans (Anat. des Amphioxus, Arch. f. mikr. Anat. XII, 1876). Un type différent nous est présenté par le syngnathe : spermatozoïdes à flagellum très mince s'insérant sur une tête en forme de fer de lance à pointe effilée, longs d'environ 0,08 millim.

Manière dont le segment céphalique se dégage du corps cellulaire.

Mode de disparition du corps cellulaire et transformation ultime du segment moyen.

Peut-être faudrait-il ajouter encore la question relative à l'existence d'une coiffe céphalique superposée à la première, telle que l'admet V. Brunn?

EXPLICATION DES PLANCHES XXIV-XXV ET XXVI.

PLANCHE XXIV. — *Evolution des ovules mâles chez l'adulte; formation des spermatoblastes. — Petite Roussette (Scyllium catulus).*

FIG. 1. $\frac{350}{1}$. — Coupe transversale des cordons de Pflüger F^1, F^2, F^3, mâles dans le pli progerminatif.

o, o'. Ovules mâles avec noyau et nucléole; *g* amas de granulations graisseuses; *n, n'*, petites cellules opaques appliquées sur la surface des ovules.

Le cordon F^3 est plus avancé en évolution : *o'*, ovule dont le noyau présente 2 nucléoles; *n'*, petite cellule dont on voit le noyau; *m*, cellules intermédiaires entre les deux formes précédentes.

c, c. Corps fibroplastiques du tissu conjonctif ambiant.

FIG. 1 *bis*. $\frac{350}{1}$. — Ovule isolé avec un croissant granuleux présentant plusieurs noyaux *n*.

FIG. 2. $\frac{350}{1}$. — Cordon ovulaire dissocié suivant sa longueur : *o*, ovules; *n n' n''* petites cellules intercalaires renfermant souvent plusieurs noyaux.

FIG. 2 *bis*. $\frac{500}{1}$. — Petites cellules isolées à un (*a*); deux (*b, b*) et trois (*c*) noyaux.

FIG. 3. $\frac{350}{1}$. — Follicule primitif : *o*, ovules; *n, n* amas de petites cellules; *t* groupe de petites cellules allongées obstruant l'orifice d'abouchement du canalicule excréteur dans le follicule; *m*, cellules intermédiaires; *c*, cavité centrale en voie de formation.

FIG. 4. $\frac{400}{1}$. — Follicule plus avancé : *p*, paroi propre; *c*, cavité centrale arrondie; *o*, grosses cellules ovulaires; *m*, cellules intermédiaires; *n*, petites cellules granuleuses; *t*, cellules allongées occupant l'orifice du canalicule excréteur.

FIG. 5. $\frac{400}{1}$. — Même signification des lettres; deux rangées d'éléments superposées autour de la cavité centrale ; les petites cellules *n* tendent à s'accumuler dans la couche interne pour constituer une sorte de revêtement épithélial bordant l'excavation; *m*, cellules intermédiaires; *m'*, noyaux emboîtés ; *c, i, i', i''*, dispositions diverses des petites cellules *n* en croissants basilaires ou intercalaires, colonnes protoplasmiques allongées, etc...

Fig. 6. $\frac{400}{1}$. — Même signification; multiplication croissante des divers éléments.

Fig. 7. $\frac{250}{1}$. Trois rangées de cellules, la plus interne formée uniquement de petites cellules *n*; beaucoup de cellules coniques à noyaux emboîtés *m'*; tendance manifeste à une disposition rayonnée.

Fig. 8. A. $\frac{250}{1}$. — Trois rangées de cellules ovulaires *o* disposées en séries radiées; presque toutes les petites cellules *n* sont placées dans la couche interne bordant la cavité centrale.

B. Quatre rangées de cellules ovulaires *o*.

C. Cinq rangées de grosses cellules *o*; délimitation plus nette entre celles-ci et les petites cellules *n* de la couche interne.

Fig. 9. $\frac{200}{1}$. — Six rangées de cellules *o* en séries nettement rayonnantes; gemmation presque terminée; plus de petites cellules *n*, mais une simple rangée de noyaux coniques *m'*.

Fig. 10. $\frac{150}{1}$. — Huit rangées superposées de cellules ovulaires *o*; gemmation arrivée à son terme; *m''* petits prolongements réfringents coiffant les cellules les plus internes; disposition sériaire moins nette.

Fig. 11. $\frac{500}{1}$. — Éléments isolés, en voie de segmentation, pris sur des ampoules des derniers stades : *a* cellule ovulaire à gros noyau arrondi, à corps cellulaire presque nul. *b*, cellule à deux noyaux; *c*, cellule à quatre noyaux; *d d'*, cellules plus petites; *e e' e''*, noyaux en voie de division; *g*, cellule montrant la situation superficielle du nucléole.

Fig. 12. $\frac{250}{1}$. — A. Portion d'une ampoule modifiée par la segmentation des cellules ovulaires; *o*, éléments plus nombreux, plus serrés, à noyaux granuleux; disparition de la disposition en séries radiées; apparition des noyaux basilaires *n*.

B. Spermatoblastes définitifs *s* provenant de la division des cellules de la figure précédente, et réunis en grappes peu distinctes dont chacune présente à sa partie périphérique un noyau basilaire *n*.

Fig. 13. $\frac{250}{1}$. — Ampoule intermédiaire entre les deux précédentes montrant la division des cellules *o* donnant naissance aux spermatoblastes *s*; *o'*, cellules en voie de division.

Fig. 14. $\frac{500}{1}$. — Mécanisme de la dernière segmentation des cellules ovulaires *o* : *a*, cellule isolée; *b*, déformation du noyau; *c*, *c'*, *c''*, sa division en deux moitiés d'abord irrégulièrement allongées, puis réniformes; *d*, *e*, division consécutive du corps cellulaire; *f*, cellule où la segmentation du noyau est complètement achevée avant que n'ait débuté celle du corps cellulaire.

Fig. 15. $\frac{500}{1}$. — Détails de la formation des cellules ovulaires aux dépens des ovules dans les ampoules jeunes : 1. Disposition des noyaux emboîtés; *a* noyau conique de la cellule la plus interne séparé du noyau sous-jacent *b* par un plan de segmentation transversal : *c*, noyau arrondi d'une cellule ovulaire. — 2. Fissure oblique séparant du noyau conique *a* un fragment irrégulier *b* destiné à devenir un

noyau arrondi comme celui qui est placé au-dessous *c*. — 3. Forme plus arrondie du noyau interne *a*.—4. Éléments moins volumineux présentant les mêmes dispositions qu'en 1. — 5. Extrémité de deux séries radiées dans une ampoule où la gemmation touche à sa fin : *a*, cellules internes à corps cellulaire très réduit coiffant en forme de calotte arrondie les éléments sous-jacents. — 6. *a*, cellule conique interne présentant une arête saillante; *b*, cellule voisine en voie de fissuration longitudinale. — 7. Série radiée de trois cellules terminée à son extrémité interne par un prolongement cylindrique *m* mince très opaque.—8. Groupe de trois séries radiées dont deux se terminent par des cellules coniques *a*, *a'*, et l'autre par un prolongement réfringent *m* plus court que celui de la figure précédente. — 9. Cellule conique à deux noyaux emboîtés. — 10. Corps réfringent à prolongements ramifiés occupant la cavité d'une jeune ampoule et présentant une apparence de noyau *n*.

Planche XXV. — *Spermatogenèse de l'Ange de mer* (*Squatina angelus*).

Fig. 16. $\frac{500}{1}$. A. — Spermatoblaste avant le début de la spermatogenèse montrant le noyau excentrique *n* encore granuleux.

B. Noyau *n* devenu homogène et réfringent; corpuscule précurseur *u*, situé dans la partie la plus saillante du corps cellulaire *s*; gouttelettes graisseuses *g* dans la partie superficielle du corps cellulaire.

C. Corpuscule précurseur *u*, noyé dans une zône de protoplasma granuleux *z*.

D, D'. *o* nodule céphalique appliqué sur le noyau *n*; *m*, segment moyen avec son renflement terminal *r*. — En D' le segment moyen se trouve un peu écarté du noyau (dans ces deux figures le flagellum n'a pas été représenté).

E. Le corpuscule précurseur a disparu dans la zone granuleuse *z*; sur le renflement terminal du segment moyen s'attache le flagellum *f*. — En E', le nodule céphalique *o* est vu de face ce qui met en évidence sa forme discoïde.

F. Excavation notable du nodule céphalique.

G. Les bords du disque se renversent en dehors et en bas.

H. Le renversement est plus accentué, ce qui transforme le nodule en coiffe céphalique *c*; *n*, portion du noyau non recouverte par la coiffe.

I. Allongement de la coiffe.

J. Le noyau a pris une forme elliptique; l'hémisphère antérieur recouvert par la coiffe *c*, et le postérieur resté libre *n* sont égaux entre eux; à la limite se voit le bourrelet marginal *b* de la coiffe. — En J' ce bourrelet *b* se dessine comme une bande transversale ; le segment moyen *m*, notablement allongé, est légèrement contourné.

La petite concavité qui existait au sommet de la coiffe a disparu.

K. La coiffe est très allongée et l'hémisphère postérieur *n* du noyau est fortement diminué.

L. Apparition de la pointe céphalique *p* au sommet de la coiffe.

M. Cette pointe est contournée en spirale, en même temps que la partie antérieure du noyau enveloppée par la coiffe *c* fait une saillie notable et se dégage du corps cellulaire; l'hémisphère postérieur n'existe plus qu'à l'état de vestige insignifiant.

N. L'hémisphère postérieur a disparu.

Les figures N. à Q permettent de suivre l'allongement progressif du segment moyen et du segment céphalique, ainsi que l'amincissement concomitant de ce dernier.

Les figures R et S montrent comment la tête se tord régulièrement (bien plus régulièrement que ne le représentent les figures) en spirale en commençant par sa partie postérieure.

O'. Segment céphalique enroulé et entièrement inclus dans le corps du spermatoblaste.

T. Coiffe céphalique isolée par la dissociation.

U. La substance de l'hémisphère antérieure est rétractée sous l'influence de la glycérine, sans que la forme de la coiffe elle-même soit modifiée.

X. L'hémisphère postérieur du noyau est gonflé par l'action de l'eau.

Fig. 17. $\frac{250}{1}$. — Trois grappes coniques *g g* de spermatoblastes après la fin de la segmentation ; *n*, *n* noyaux basilaires ; *a*, paroi de l'ampoule séminale.

Fig. 18. A. — Coupe longitudinale de deux cellules mères prises immédiatement avant le début de la spermatogenèse ; *t*, spermatoblastes juxtaposés sur un seul plan, enveloppant un cylindre protoplasmique central *p* terminé à son extrémité centrale par un petit prolongement hyalin *s*; *m m'*, portions de la cellule mère qui entourent comme un manchon la masse des spermatoblastes ; *c*, portion basilaire de la cellule avec le noyau *n*.

Fig. 18. $\frac{250}{1}$. B. — Coupe transversale sur des cellules mères prises au même stade : *t*, spermatoblastes entourant le cylindre protoplasmique central *p*; *m*, portions des cellules mères qui entourent les spermatoblastes et se juxtaposent suivant des contours polygonaux *m'*.

Fig. 19. $\frac{400}{1}$. — Portion d'une grappe de spermatoblastes au début de la formation des spermatozoïdes, vue en coupe longitudinale; les nodules céphaliques *o* sont tournées vers l'extérieur; les segments moyens *m* autour desquels s'est réuni le corps cellulaire *s* se dirigent vers le centre, et les queues *f* qui partent des renflements terminaux *r* constituent un faisceau rectiligne un peu dissocié.

Fig. 20. $\frac{300}{1}$. — Grappe de spermatoblastes à un stade plus avancé :

c, têtes; *m*, segments moyens; *r* renflements terminaux; *f*, queues intimement juxtaposées.

Fig. 21. $\frac{500}{1}$. — Cellule mère avec un faisceau de spermatozoïdes un peu avant la déhiscence; *n*, noyau basilaire; *p*, corps problématique; *c*, segments céphaliques juxtaposés en un faisceau ondulé; *m*, segments moyens; *f*, queues.

Fig. 22. $\frac{250}{1}$. — Portions basilaires de plusieurs cellules mères vues de face: *m'*, lignes de contact des cellules; *n*, noyaux basilaires divisés par des incisures; *g*, amas de granulations graisseuses.

Fig. 23. $\frac{600}{1}$. — Spermatozoïde parfait de l'émissole : *c*, tête contournée en spirale; *m*, segment moyen aplati; *f*, flagellum enroulé sous l'action de l'eau.

Planche XXVI. — *Spermatogenèse de la Roussette et de la Raie.*

Fig. 24. $\frac{500}{1}$. — A. Spermatoblaste avant le début de la spermatogenèse; *n*, noyau encore granuleux; *u*, corpuscule précurseur.

B. *n*, noyau un peu rétracté, homogène et refringent; *u*, corpuscule précurseur.

C. *u*, corpuscule précurseur entouré d'une zone granuleuse; *o*, nodule céphalique vu de profil; *n*, noyau; *m*, segment moyen avec le renflement terminal *r*; *f*, flagellum.

D. Même signification des lettres.

E. Le nodule céphalique s'est transformé en coiffe céphalique *c* un peu excavée à son sommet.

F. Le noyau est divisé en deux hémisphères à peu près égaux; l'antérieur *c* recouvert par la coiffe, le postérieur *n* restant libre.

G. Le noyau est étiré dans le sens de la longueur; le segment moyen *m* s'en trouve un peu écarté; l'excavation du sommet de la coiffe a disparu.

H. Même signification; allongement un peu plus prononcé.

I. Hémisphère antérieur enveloppé par la coiffe *c* très allongé; hémisphère postérieur *n* beaucoup plus petit, gonflé par l'action de l'eau.

J. Le segment céphalique se dégage du corps cellulaire du spermatoblaste; à son sommet se montre la pointe céphalique *p*; outre le segment moyen *m* notablement allongé, on remarque une deuxième barre *m'* qui le croise à angle aigu, qui n'est pas en contact avec le noyau et ne possède pas de renflement terminal.

K. Segment céphalique recourbé sur lui-même et dont l'extrémité antérieure seule fait saillie en dehors du spermatoblaste.

L. Pointe céphalique *p* au sommet de la coiffe; l'hémisphère postérieur du noyau, très réduit, ne mesure plus que 0,002 millimètre.

M. La pointe céphalique *p* est contournée en spirale; le noyau tout entier est recouvert par la coiffe *c*; le corps cellulaire est réuni autour du segment moyen *m* toujours rectiligne.

N. Allongement considérable du segment céphalique ainsi que du segment moyen qui décrit quelques ondulations.

O. Segment céphalique très allongé et filiforme; le segment moyen a atteint sa longueur définitive de 0,018 millimètre.

P. $\frac{1000}{1}$. — Spermatozoïde parfait : segment céphalique *c* en forme de pas de vis rectiligne très fin, la pointe n'étant plus distincte; le corps cellulaire a disparu et le segment moyen *m*, rectiligne homogène et légèrement aplati ne présente plus de renflement terminal au niveau de sa continuation avec le flagellum *f*.

Fig. 25. $\frac{500}{1}$. — Spermatogenèse de la raie.

A. Spermatoblaste avant le début de la spermatogenèse.

B. *o*, nodule céphalique vu de face et appliqué sur le noyau *n*; *m*, segment moyen avec son renflement terminal *r*.

C. *o*, nodule céphalique vu de profil; *f*, filament caudal.

D. Le nodule *o* montre une excavation notable.

D'. Le nodule *o* se trouve mécaniquement écarté du noyau *n*.

E. Les bords du nodule céphalique sont renversés en dehors vers le centre du noyau.

F et F'. Tout le noyau est enveloppé par la coiffe conique *c* qui a succédé au nodule céphalique et que couronne la pointe *p*; la base du noyau est un peu excavée et donne attache au segment moyen *m* qui commence à s'incurver sur lui-même; le corps cellulaire présente deux prolongements : l'un antérieur *x* débordant notablement la pointe céphalique, l'autre postérieur *x'* parallèle au flagellum.

G. Allongement sensible du segment céphalique; la pointe est légèrement contournée.

H. Segment céphalique dégagé du corps cellulaire; pointe tordue en spirale; le segment moyen autour duquel est réuni le corps cellulaire a atteint sa longueur définitive de 0,014 millimètre.

I. Allongement et amincissement notables du segment céphalique qui décrit plusieurs ondulations.

J. Segment céphalique tondu en spirale régulière; on aperçoit une sorte de ligne ou de contour très pâle *b* longeant la tête de chaque côté.

K. L. Transformation de la spirale en pas de vis rectiligne, prolongement du corps cellulaire en arrière.

M. Spermatozoïde parfait semblable à celui de la figure précédente.

(Toutes les figures suivantes se rapportent à la petite roussette.)

Fig. 26. $\frac{300}{1}$. — Grappe de spermatoblastes dans les premiers stades de la formation des spermatozoïdes : *n n*, noyaux avec leurs coiffes

céphaliques *c c* tournées en dehors et en bas; *m m*, segments moyens entourés par les corps cellulaires et tournés vers le centre de la grappe ; *f*, queues qui font suite à ces segments et se réunissent en un faisceau effilé.

Fig. 27. $\frac{600}{1}$. — Cellule mère englobant un faisceau de spermatozoïdes arrivés à maturité; *n*, noyau basilaire; *p*, corps problématique; *t*, segments céphaliques; *m*, segments moyens; *f*, faisceau caudal; *s*, apparence d'un quatrième segment due à la présence de prolongements semblables à ceux de la figure 25. K, L, *x*, *x'*.

Fig. 28. $\frac{450}{1}$. — Cellule mère semblable à celle de la figure 27, et dont le faisceau spermatique a été enlevé par dissociation : *t*, canal longitudinal qui contenait les têtes des spermatozoïdes; *n*, noyau basilaire, *p*, corps problématique; *g*, amas de granulations graisseuses.

Fig. 29. $\frac{500}{1}$. — Coupe transversale de plusieurs cellules mères au niveau de leur portion basilaire : *n*, noyau basilaire; *t t*, coupe des faisceaux spermatiques montrant que les filaments ne sont pas en contact les uns avec les autres dans la portion céphalique; *l*, limites des cellules.

Fig. 30. $\frac{200}{1}$. — Un faisceau spermatique mûr extrait par dissociation d'une cellule mère semblable à celle de la figure 28; *t*, segments céphaliques; *m*, segments moyens; *f*, faisceau caudal.

Le Propriétaire-gérant : Germer Baillière.

Saint-Denis. — Imp. Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

RECHERCHES

SUR LES

LOIS DE L'ACTIVITÉ DU CŒUR

Par A. DASTRE

(*Les expériences sur l'excitabilité cardiaque, relatées au début de ce mémoire ont été exécutées avec la collaboration du Dr Arturo Marcacci.*)

La physiologie du cœur s'est enrichie depuis une quinzaine d'années d'un grand nombre de notions importantes. Il y en a deux surtout qui présentent, à notre avis, un intérêt capital. C'est, en premier lieu, la loi de l'inexcitabilité périodique du cœur, ou plus exactement la loi de *la variation périodique de l'excitabilité cardiaque;* et, en second lieu, la loi de *l'uniformité du travail ou du rhythme du cœur.* Nous aurons l'occasion de montrer dans le cours de notre mémoire combien précieuses sont ces deux notions pour l'explication du mécanisme cardiaque.

La découverte de la première appartient incontestablement à M. Marey, et pour la seconde, il en partage l'honneur avec E. Cyon. L'éminent physiologiste a fait connaître les faits essentiels : il en a donné la formule exacte, saisi l'importance et il les a fait servir à l'explication de quelques circonstances remarquables de l'activité du cœur. Il restait cependant un certain nombre de questions à résoudre. La loi de l'inexcitabilité périodique est la raison suffisante du rhythme cardiaque, mais elle-même a une raison suffisante, elle a une explication expérimentale que nous avons essayé de mettre en lumière. Il fallait tout d'abord *la localiser*. Le cœur est un appareil double, musculaire et nerveux. Lequel de ces deux appareils est soumis à la variation périodique, et devient, en conséquence, le promoteur du rythme; est-ce le muscle, est-ce l'organe nerveux?

Mêmes questions se posaient relativement à la règle de l'uniformité du travail. Est-ce le muscle qui possède dans sa consti-

tution anatomique la raison suffisante de cette compensation remarquable? Ou bien, cette régulation du travail est-elle le fait du système nerveux? Bien d'autres problèmes de détail se posaient à côté de ces points principaux. Le sentiment de ces lacunes nous a déterminé à reprendre un sujet qui n'est pas près d'être épuisé.

I. — Loi de l'inexcitabilité périodique du cœur.

Les excitations identiques que l'on porte sur le cœur d'un animal à sang froid, battant régulièrement, n'ont pas un effet identique. Bowditch (1) en 1872 a montré que tantôt l'excitation était efficace, c'est-à-dire qu'elle faisait naître une pulsation soudaine qui venait s'intercaler dans la série des battements, et que d'autres fois elle était inefficace, c'est-à-dire qu'elle ne modifiait en rien le cours régulier du cœur. Une excitation suffisante a un effet ou n'en a pas suivant les circonstances.

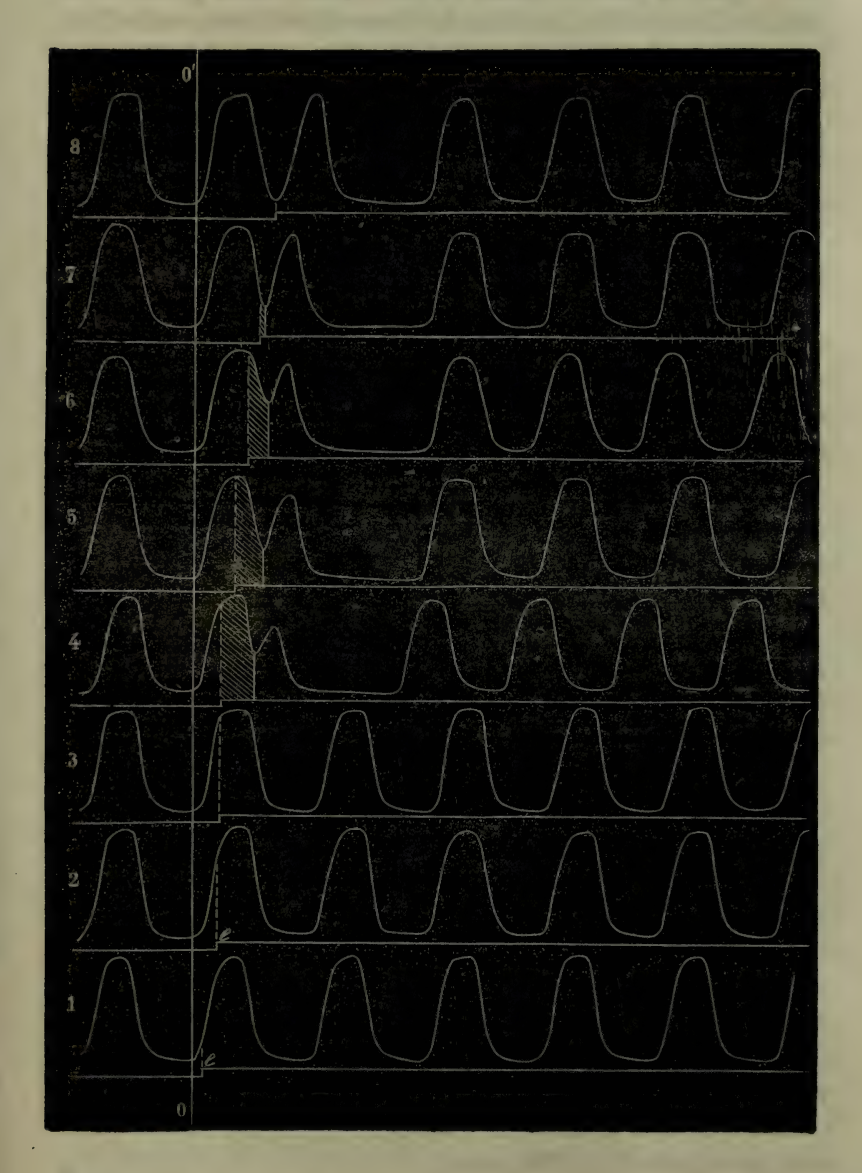
Quelles sont les circonstances qui font ainsi réussir ou échouer la provocation électrique? Bowditch n'a pas su les préciser exactement. Il a bien constaté la diversité des résultats : il n'en a point pénétré la raison. C'est M. Marey (2) qui, en 1876, a résolu cette question. Il a vu que ces vicissitudes expérimentales tenaient à la diversité des conditions où le cœur se trouve placé lorsque la stimulation l'atteint. L'existence ou l'absence de la réaction tient à la phase de la révolution cardiaque avec laquelle coïncide l'excitation. Si l'excitation surprend le cœur dans la phase systolique, elle ne le trouble pas; si elle le surprend dans la phase diastolique, elle fait naître une pulsation soudaine. Le cœur est réfractaire aux excitations dans la période qui sépare l'extrême diastole de la systole extrême. L'organe cardiaque passe ainsi dans le cours d'une seule révolution, par un état où il est excitable et par un état où il cesse de l'être. Ces faits se formulent en une loi connue des physiologistes sous le nom de loi de l'inexcitabilité périodique du cœur.

La figure suivante empruntée au mémoire de M. Marey montre ces faits, d'une manière qui parle aux yeux.

(1) Bowditch. *Arbeiten aus der physiologischen Anstalt.* Leipizig, 1872.

(2) Marey. *Recherches sur les excitations électriques du cœur.* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1877, page 60.)

La ligne 00' représente l'origine commune des révolutions cardiaques pendant lesquelles l'excitation s'est produite. On



donne d'abord l'excitation au début d'une systole (ligne 1), puis à un moment plus avancé de la phase systolique (ligne 2), puis à un moment plus tardif encore (ligne 3). Dans tous ces cas, le

cœur est réfractaire aux excitations : il est inexcitable à l'excitant employé. Les excitations qui se produisent à partir de ce moment, c'est-à-dire pendant la phase diastolique, sont efficaces ; elles le sont d'autant plus, en d'autres termes, la réaction est d'autant plus rapide, et la systole provoquée d'autant plus forte que le cœur est excité dans une phase plus avancée de sa diastole. C'est ce que montrent les graphiques 4, 6, 5, 7 et 8.

Ce dessin fixe le sens et démontre la réalité de la loi d'inexcitabilité périodique.

Restrictions. — Il ne faut pas croire que l'inexcitabilité du cœur pendant la période systolique soit absolue. Au contraire, elle est toute relative ; elle dépend de la force de l'excitant. En réalité, il n'y a entre la phase systolique et la phase diastolique que cette seule différence, à savoir que l'excitabilité de l'organe est moindre dans la première que pendant la seconde, de telle sorte qu'une stimulation juste suffisante au moment du repos diastolique, sera, à coup sûr, inefficace pendant l'activité de la systole.

Mais, si l'on vient à accroître la force du stimulant, il viendra un moment où celui-ci sera efficace à tout coup, ou, comme disait Bowditch, *infaillible*, M. Marey a bien fait comprendre cette condition différente du muscle cardiaque qui dans le cours d'une même révolution passe par une phase d'excitabilité accrue et par une phase d'excitabilité diminuée. La loi qu'il a fait connaître pourrait s'exprimer en disant que le cœur éprouve périodiquement une diminution d'excitabilité pendant qu'il se contracte.

« Plus l'intensité des courants employés est grande, plus « cette phase est courte ; elle se réduit aux premiers instants « des périodes systoliques, puis disparaît complètement si l'ex- « citation est plus forte encore » (Marey, *C. Rendus. Acad. Sc.*, 28 juillet 1879).

En résumé, la diminution d'excitabilité du cœur est démontrée par quatre faits différents :

1° La nécessité d'une excitation plus forte pour produire la contraction cardiaque, à mesure qu'on s'approche davantage du début de la systole spontanée.

2° L'amplitude plus faible de la contraction provoquée par un

excitant fort à mesure que l'on se rapproche du début de la systole spontanée.

3° Le retard plus considérable qui sépare le moment de la réaction du moment de l'excitation (temps perdu d'Helmholtz) à mesure que l'on se rapproche du début de la systole spontanée.

4° Enfin, les circonstances générales qui augmentent l'excitabilité du cœur suppriment la période réfractaire ou en abrègent l'étendue. Tel est l'effet de l'échauffement. Inversement, le froid qui diminue l'excitabilité de l'organe allonge cette période.

Tels étaient à notre connaissance les faits acquis à la science sur ce sujet, lorsque nous l'avons nous-même repris dans l'été de 1879. (*Rapport sur l'école pratique des Hautes Etudes*, 1879-1880.)

La question qui nous a préoccupé d'abord était de savoir si cette diminution périodique de l'excitabilité était le fait du muscle cardiaque ou de son appareil nerveux. Il y a un certain intérêt à décider ce point. Depuis quelques années, les physiologistes se sont efforcés de faire la part respective, dans le jeu du cœur, de l'influence musculaire et de l'influence nerveuse. Ce sont précisément ces efforts qui nous ont fait pénétrer plus profondément dans l'intelligence du mécanisme cardiaque. On sait, en particulier, les discussions auxquelles a donné lieu l'interprétation des causes du rhythme du cœur. Parmi les physiologistes, les uns (et nous nous sommes rangé à cette opinion dès le début (Dastre et Morat, *C. Rend. de l'Acad. des Sc.*, 11 août 1879), ont fait de la fonction rhythmique l'attribut du muscle lui-même. Les autres la considéraient comme inhérente au système nerveux ganglionnaire de l'organe.

C'est ce même problème qui se posait à l'occasion de la loi d'inexcitabilité périodique, et qu'il fallait résoudre expérimentalement. Les physiologistes qui étaient disposés à destituer le système nerveux intra-cardiaque d'une partie de l'importance exagérée qu'on lui avait attribuée jusqu'alors, au profit du tissu musculaire lui-même, devaient évidemment préjuger la solution. Ils devaient penser que cette propriété spéciale, l'inexcitabilité périodique, se rapportait au tissu musculaire seul. Marey,

dans la note lue à l'Académie des Sciences, le 28 juillet 1879, en réponse à notre communication faite huit jours plus tôt, laisse très nettement apercevoir cette tendance à considérer l'inexcitabilité périodique comme une propriété musculaire.

Deux opinions possibles. — Il y avait donc, au moment où nous soumettions le problème à la sanction de l'expérience, une tendance à préjuger sa solution. L'examen expérimental était pourtant bien loin d'être inutile. S'il y a, en effet, des raisons pour attribuer au muscle les conditions essentielles du jeu du cœur, il y en a aussi de très sérieuses qui plaident en faveur de l'appareil nerveux. Nous en signalerons trois :

1° La première et la plus forte, est que précisément l'appareil nerveux du cœur possède déjà une propriété de ce genre. L'appareil nerveux modérateur en rapport avec le pneumogastrique présente une paresse relative et périodique bien mise en évidence par Donders et Tarchanoff. On sait que lorsqu'on excite le pneumogastrique, l'arrêt du cœur ne se produit pas instantanément. L'arrêt survient plus rapidement si l'on a agi pendant la période diastolique que si l'on a agi à tout autre moment. Entre le moment de l'excitation et le moment de l'arrêt, toujours une pulsation s'intercale : cette pulsation inévitable ne peut être supprimée. Si l'on excite le nerf vague pendant la diastole du cœur, il y aura donc une pulsation avant l'arrêt : si on l'excite pendant la systole, il y en aura deux. Ainsi, pour l'appareil ganglionnaire modérateur la rapidité de la réaction dépend de la phase de la révolution cardiaque avec laquelle coïncide l'excitation. L'arrêt survient plus brusquement pendant la période diastolique que pendant la période systolique. Les choses se passent donc comme si l'appareil modérateur était plus excitable pendant la diastole que pendant la systole. C'est, on le voit, la loi d'inexcitabilité périodique, attribut nerveux cette fois.

2° En second lieu, si l'on interroge des muscles proprement dits, et que l'on recherche les variations de leur excitabilité, on ne trouve rien de pareil à ce que nous offre le cœur. Le muscle volontaire semble excitable encore pendant sa contraction, pendant la période ascendante de sa systole. Une seconde excitation surajoutée à la première, après un intervalle, en accroît

l'effet. C'est précisément cette addition d'effets qui amène le raccourcissement extrême du tétanos. Il y a, à la vérité, entre le fonctionnement du cœur et des muscles volontaires des différences certaines; cela est surtout vrai pour le tétanos. En particulier nous avons démontré que le tétanos du cœur produit dans des conditions déterminées (température 15°, courants induits de grande intensité et de fréquence égale à 100 ou 250 par seconde) ne pouvait pas être considéré comme une association ou une fusion de secousses, et qu'il différait en conséquence du tétanos d'un muscle ordinaire (Dastre et Morat. *Acad. d. Sc. C. R.*, t. 89, p. 871, 1879). Cependant, à côté de ces différences, il y a, entre le cœur et les autres muscles, les plus fortes analogies quant aux propriétés fondamentales. On devait s'attendre à retrouver dans le muscle volontaire la variation périodique d'excitabilité, si celle-ci est vraiment une propriété fondamentale du muscle cardiaque.

Or, l'examen le plus simple ne semble pas favorable à cette assimilation, puisque, nous le répétons, l'excitation d'un muscle a toujours un effet, quelle que soit sa condition au moment où il la reçoit. A défaut d'une analogie absolue on pourrait rechercher un rapprochement plus ou moins étroit, et déceler en quelque sorte un vestige dans les autres muscles de la propriété si caractérisée du muscle cardiaque. Ce vestige, M. Marey l'avait cherché et fait chercher sans obtenir de résultats concluants. Pourtant, à une date plus récente, les expériences de Boudet de Paris (Marey, *La Circulation du sang*, 1881, p. 49), semblent montrer que les muscles présentent, en effet, une période d'excitabilité moindre, au début de la phase de raccourcissement de chacune de leurs secousses.

« Si l'on prend comme excitants des décharges très faibles « de condensateur et qu'on envoie à un muscle gastrocnémien « de grenouille deux décharges successives, les effets des deux « secousses provoquées dans ce muscle s'additionnent pour « produire un raccourcissement total plus grand que celui qui « résulte d'une secousse isolée. Or, si l'on rapproche de plus « en plus l'une de l'autre les deux excitations électriques, on « voit que le raccourcissement total qui résulte de l'addition « des deux secousses devient moindre quand l'intervalle entre « les deux excitations est très petit (2 à 3 millièmes de

« seconde). Ainsi, on n'a *pas trouvé, à proprement parler, de*
« *période réfractaire du muscle gastrocnémien,* car le raccour-
« cissement produit par les deux excitations a toujours été
« plus grand que celui que provoque une excitation unique :
« mais, comme ce raccourcissement est moindre que celui qui
« résulte de deux secousses moins voisines l'une de l'autre, il
« *semble probable que la seconde excitation, quand elle a été*
« *trop rapprochée de la première a trouvé le muscle moins*
« *excitable.* »

En résumé, des analogies seulement probables, et des différences rigoureusement certaines, voilà ce que l'on trouve lorsque l'on recherche la loi d'inexcitabilité dans les muscles proprement dits.

3° Enfin, la question même de la variation d'excitabilité du cœur tout entier, n'est pas envisagée de la même manière par tous les physiologistes. Voici, par exemple, l'un des plus compétents en ce sujet, Hermann Aubert, qui, dans un travail récent considère comme un fait évident que l'irritabilité du muscle cardiaque est la plus grande pendant la systole. Un excitant qui est insuffisant pour le muscle en diastole serait efficace pour le muscle en systole (H. Aubert. Archiv für die gesammte Physiologie, XXIV, p. 361.) C'est, comme on le voit, précisément l'inverse de ce que nous dit M. Marey. L'auteur déduit cette conclusion de l'observation d'un fait particulier au cœur, — le relâchement idio-musculaire local — que l'on provoque en effet pendant la systole et non pendant la diastole du muscle cardiaque.

Ces indications suffisent à montrer qu'il y avait intérêt à reprendre expérimentalement le problème. En réalité, l'on n'avait pas donné la démonstration que la variation périodique dût être rapportée au muscle. Quelques arguments que nous venons de rappeler plaidaient même contre cette manière de voir.

En fait, M. Marey avait opéré sur le cœur tout entier, c'est-à-dire sur un système double à la fois nerveux et musculaire. Il importait de distinguer entre ces deux appareils. En principe, le problème est simple : on sait que la pointe du ventricule (2/3 inférieurs) est purement musculaire, qu'on

n'y a point trouvé de ganglions. Le problème revient donc à explorer l'excitabilité de la pointe du cœur. On verra si elle présente une variation périodique.

Dispositif expérimental. — Il n'était pas possible de calquer exactement la méthode de M. Marey. Dans les expériences de ce physiologiste le cœur (en place) battait normalement et régulièrement entre les cuillerons du cardiographe et les battements s'inscrivaient sur le cylindre noirci. Il suffisait donc de surprendre le cœur ainsi disposé par une excitation électrique, aux différentes périodes de sa révolution. Il n'est besoin, pour atteindre ce but, que d'un outillage très simple.

Mais si l'on veut opérer sur le muscle cardiaque (pointe du cœur), l'on n'a pas la même ressource; la pointe du cœur détachée ne bat point spontanément. Il faut donc artificiellement provoquer avant toute autre chose le mouvement rythmique de ce fragment musculaire. La pointe du cœur sera alors dans les mêmes conditions que le cœur entier dans l'expérience de Marey, et les révolutions cardiaques se succédant régulièrement, on pourra placer une excitation à telle phase que l'on désirera. Le moyen connu de provoquer le rythme de la pointe du cœur, c'est de le soumettre comme l'a fait Heidenhain à l'action d'un courant continu d'intensité suffisante. On observe alors une première contraction lors de la fermeture du courant et une série de contractions rythmiques pendant la durée de son passage. L'expérience peut être disposée de façon que le rythme soit parfaitement régulier; il faut toujours réaliser cette condition. Elle est indispensable pour la suite.

Mais précisément, ce moyen connu de mettre le cœur en mouvement régulier, nous était à peu près interdit. En effet, le courant continu détermine une décomposition chimique et une accumulation des produits électrolytiques au contact des deux électrodes qui sont appliquées sur le cœur. En fait, c'est là une des causes qui empêchent la régularité du rythme de se maintenir longtemps; de plus ces éléments électrolytiques modifient par eux-mêmes l'excitabilité du muscle. Enfin, l'usage du courant continu aurait eu un autre inconvénient théorique pour la suite de l'expérience. Il faudra, en effet, exciter le cœur après qu'on l'aura mis en mouvement provoqué par le

courant continu. Pour cela, il suffirait d'employer un second circuit en rapport avec un appareil d'induction et à un moment donné on superposerait une série de décharges à l'action constante du courant continu. Mais on voit que précisément la continuité de l'excitation disparaîtrait alors pendant la durée du coup d'induction.

Nous avons dû, pour ces causes, renoncer à l'emploi du courant continu. Une remarque faite antérieurement par l'un de nous permettait d'esquiver cette difficulté. Nous avons démontré avec M. Morat qu'une série de courants induits très rapprochés peut avoir sur le cœur l'effet d'un courant continu (C. R. *Acad. Sc.*, 21 juillet 1879). Il suffit que le nombre des interruptions soit supérieur à 50 par seconde. L'appareil d'induction à diapason interrupteur offre ainsi l'avantage du courant continu sans l'inconvénient des décompositions électrolytiques. Nous avons été amenés, par là, à entretenir les battements du cœur au moyen de l'appareil inducteur à rythme fréquent, avec diapason interrupteur de 200 vibrations à la seconde. Le cœur étant ainsi animé, il faut provoquer automatiquement à tel moment que l'on voudra, un accroissement des décharges. Cette condition a été remplie par l'artifice suivant : on a introduit préalablement dans le circuit inducteur une résistance considérable (bobine de fil fin). Cette résistance peut être supprimée brusquement. De là un accroissement instantané

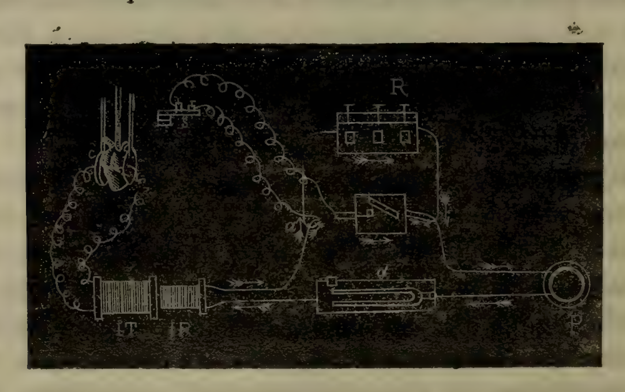


Fig. 2.
Schéma de l'appareil.

dans le courant induit, une véritable décharge se superposant à un moment donné au courant normal excitateur. La résistance

était calculée de manière que sa suppression donnât un courant fort, incapable toutefois de sidérer le cœur en tétanos. Dans quelques unes de nos expériences, la pile était formée de 8 éléments Daniell, la résistance de 100 mètres de fil de maillechort de 1/8 millimètre de diamètre.

Il y a deux remarques essentielles à placer ici, relativement à l'appareil qui supprime la résistance. La résistance R est supprimée en établissant une communication métallique en amont et en aval. Sur cette communication se trouve dérivé un circuit qui se rend à un signal Marcel Deprez (S, fig. 2). Il en résulte que les décharges qui viennent surprendre le muscle en systole, en diastole ou en général, dans les différentes phases de sa révolution, s'inscrivent instantanément. On voit sur tous nos graphiques l'inscription de la décharge excitatrice, sur une ligne d'abcisses.

En second lieu, il importe que la suppression de la résistance se fasse toujours dans les mêmes conditions. La vitesse plus ou moins grande de la rupture a, en effet, une influence sur l'intensité de la décharge induite. Nous avons dit que la suppression de la résistance R se faisait en fermant momentanément un circuit *ab*. Le courant inducteur IR se trouve ainsi subitement renforcé. La décharge correspond à cet accroissement : c'est en quelque sorte un courant induit de fermeture, et l'on sait que la rapidité de la fermeture influe sur l'intensité de ce courant. Ceci oblige à réaliser l'établissement du circuit dérivé *ab* dans des conditions toujours identiques, automatiquement. On a essayé de satisfaire à cette obligation de plusieurs manières : au moyen d'un appareil spécial consistant en un marteau à charnière, maintenu par un arrêt fixé à une roue et qui est soulevé et retombe avec la même vitesse; en second lieu, en établissant le circuit au moyen d'une pendule d'horloge; enfin, en utilisant le levier même du myographe pour fermer le courant.

En résumé, le dispositif que nous venons de décrire nous procure un courant d'intensité moyenne interrompu 200 fois par seconde et que nous pouvons renforcer subitement pendant une fraction de seconde.

Ce courant inducteur engendre dans la bobine de l'appareil à chariot un courant induit, IT, qui subira des variations de même

genre et que l'on fera passer à travers la pointe du cœur. Celle-ci sera disposée entre les cuillerons du cardiographe de Marey afin de pouvoir enregistrer les contractions sur le cylindre tournant.

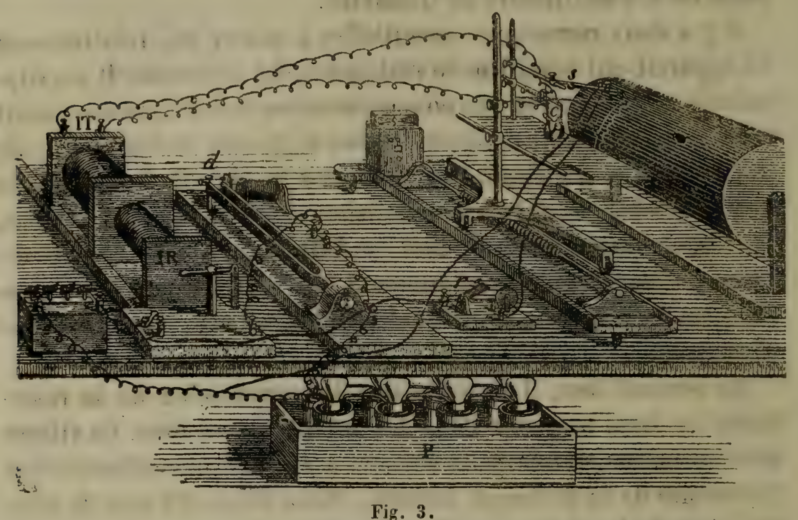


Fig. 3.
Appareil excitateur. — Le cardiographe et l'appareil de décharge *r* sont représentés schématiquement.

Il faut employer des précautions particulières pour disposer le cœur entre les cuillerons du cardiographe. Dans nos premières expériences nous nous étions contentés de sectionner le ventricule au niveau de son tiers supérieur et de placer la pointe entre les deux mors du cardiographe en la faisant baigner dans du sérum sanguin de tortue et de grenouille légèrement dilué. Nous avons reconnu plus tard que ce procédé était défectueux. Nous n'obtenions pas ainsi la régularité parfaite et soutenue du rythme cardiaque. On améliore l'expérimentation d'une manière notable en maintenant une pression constante à l'intérieur du ventricule. Pour cela nous détachons le cœur tout entier et nous lions fortement avec une bandelette de caoutchouc, l'oreillette et la partie supérieure du ventricule sur un tube fin que nous remplissons de sérum. Ce procédé se rapproche du procédé d'écrasement de Bernstein. Le cœur est soutenu par le tube auquel il est fixé, et c'est dans cet état qu'on le place entre les mors du cardiographe. Nous ajouterons que nous nous sommes servi de cette disposition légèrement modi-

fiée, pour faire varier brusquement la pression à l'intérieur du cœur dans une série d'expériences dont il sera question plus loin.

Ajoutons une dernière remarque essentielle. — On n'arrive pas à entretenir pendant longtemps, malgré toutes les précautions, la régularité parfaite du rythme cardiaque. Ce n'est pourtant que pendant ces périodes de régularité que l'opération est profitable et que l'excitation doit être portée sur l'organe. En dehors de ces périodes, si les battements sont inégalement espacés et inégalement forts, c'est la preuve que l'excitabilité cardiaque éprouve des variations irrégulières, et c'est une mauvaise condition pour étudier cette propriété. En fait, les résultats n'ont plus alors de constance et les exceptions se multiplient. Nous faisons une fois pour toutes cette remarque, indispensable pour légitimer nos conclusions, à savoir, qu'elles n'ont été obtenues et ne sont valables que pour les périodes, assez courtes d'ailleurs, du rythme absolument régulier.

Expériences : 1° La pointe du cœur étant mise en mouvement régulier rythmé on fait intervenir une excitation en *a* (fig. 4) au début d'une systole. L'excitation est inefficace. On s'est assuré d'ailleurs qu'elle était suffisante et que lorsqu'elle tombait dans la période diastolique elle produisait une contraction.

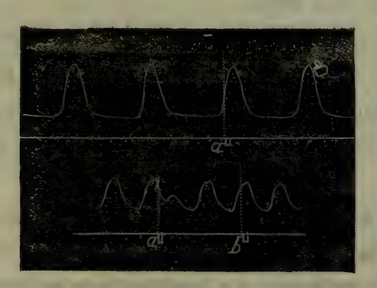


Fig. 4.

2° Dans une seconde expérience, le rythme régulier de la pointe du cœur étant réalisé au moyen de l'appareil à courants induits fréquemment iuterrompus (200 vibrations simples à la seconde), on excite une première fois en *a* (fig. 4) au début de la période diastolique. Cette excitation est efficace; elle produit une contraction qui se manifeste par un rebondissement évi-

dent. La même excitation appliquée un instant après en B n'a pas d'effet parce qu'elle arrive dans la phase systolique.

On remarquera, comme particularité qui devra être interprétée plus tard, que dans ce graphique il n'y a point de pause entre les contractions : la secousse intercalaire provoquée par la décharge ne change pas ce rythme ; dès qu'elle est achevée, une contraction nouvelle se produit, sans intervalle.

3° La figure 5 nous représente également un rythme régulièrement entretenu. En *a* un coup d'induction tombe dans le début de la période diastolique ; une contraction intercalaire, de faible amplitude est ainsi produite. — En *b* une décharge arrive vers la fin de la période systolique : pas d'effet. — En *c*, la même décharge arrive quelque temps après le début de la

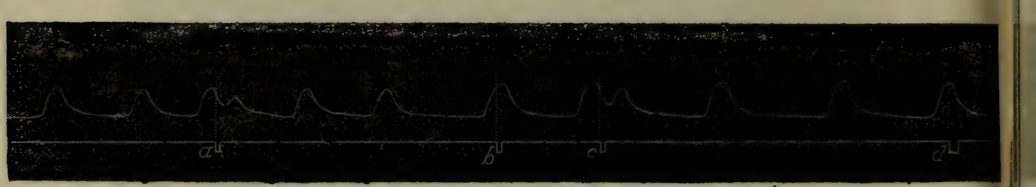


Fig. 5.

phase diastolique : une contraction se produit, plus forte qu'en *a*. Enfin, en *d* une excitation arrivant à la fin de la période systolique, est de nul effet.

4° Enfin, dans une autre expérience nous obtenons un rythme régulier géminé entretenu dans le muscle cardiaque par le courant interrompu à 200 vibrations simples. Une excitation survenant à la fin de la période diastolique est suivie d'une contraction.

On remarquera dans les figures 4 et 5 que la contraction supplémentaire ou intercalaire provoquée par le coup d'induction ne modifie pas le rythme. La contraction suivante se produit à la même distance de celle qui vient de finir : il n'y a pas de compensation pour le surcroît de travail que le muscle cardiaque vient d'exécuter.

On remarquera encore que les excitations inefficaces ne troublent pas sensiblement le rythme du cœur : elles n'ont pas d'effet immédiat; mais on n'aperçoit pas davantage d'effet lointain.

Les expériences précédentes avaient été exécutées sur le muscle cardiaque de la grenouille. Voici maintenant une expérience réalisée au moyen de la pointe du cœur de la tortue et qui nous conduit aux mêmes conclusions.

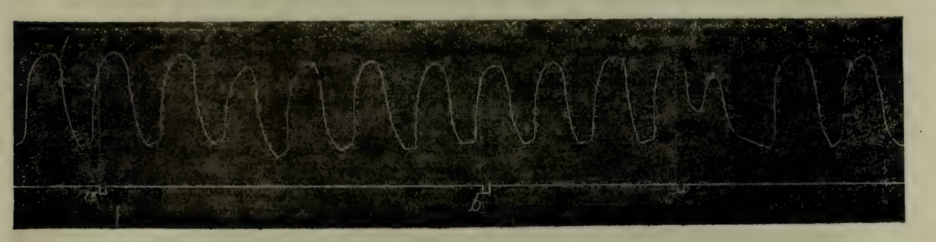


Fig. 6.

On voit en *a* et *b* deux coups d'induction arrivant en phase systolique, plus tôt en *a*, plus tard en *b*. Les deux coups sont inefficaces.

Un peu plus loin, l'on voit en *c* une excitation arrivant au début de la phase diastolique. Elle est alors efficace et produit une contraction nouvelle.

On remarquera encore, sur cette figure, que les contractions se succèdent sans pause sensible, une contraction nouvelle survenant dès que la précédente a cessé. Cette règle ne subit pas d'infraction pour la contraction intercalaire. Une telle contraction n'est pas suivie d'une pause. Elle est à la vérité un peu allongée et la ligne de chute a une pente plus lente que les contractions du type régulier : mais dès que le relâchement a cessé de se produire, une contraction nouvelle naît aussitôt, sans pause intermédiaire.

CONCLUSIONS.

Les conclusions qui résultent de cette première série de recherches sont évidentes. Elles résolvent la question que nous nous étions proposée en premier lieu.

La pointe du cœur (muscle) se comporte comme le cœur tout entier (muscles et nerfs), au point de vue des variations de son excitabilité. *La loi d'inexcitabilité périodique est véritablement une loi musculaire*. Elle est inhérente à la constitution et à la stucture anatomique du muscle cardiaque.

Ajoutons, pour compléter l'analogie, qu'elle a le même sens relatif et comporte les mêmes restrictions que l'on a déjà signalées précédemment. Si, en effet, l'on exagère considérablement la force du coup d'induction, on pourra provoquer une contraction intercalaire pendant la période systolique. Il ne nous a point paru que le début de la phase systolique se distinguât à cet égard de la période moyenne ou de la fin de la même phase. C'est le seul point à propos duquel il y aurait désaccord avec les résultats trouvés par M. Marey sur le cœur entier qui, véritablement, serait plus difficilement excitable au début qu'à la fin de la période systolique. Il nous a paru que c'était le contraire qui arrivait avec la pointe du cœur ; néanmoins nos graphiques ne sont pas assez nets pour nous permettre une affirmation catégorique sur ce point de détail. La comparaison est rendue difficile par la circonstance suivante :

L'excitation ne peut pas au début de la systole se manifester de la même manière que plus tard. Elle ne provoque pas alors une contraction nouvelle, mais l'accroissement d'amplitude de la contraction première. Il nous a paru qu'au début de la phase systolique, pendant la période la plus abrupte de l'ascension, l'excitation nouvelle n'était pas inefficace, qu'elle augmentait au contraire notablement l'amplitude de la contraction qui est en



Fig. 7.

La courbe supérieure représente la contraction du cœur. — La seconde traduit la variation d'excitabilité du cœur entier, d'après M. Marey. — La dernière indiquerait la variation d'excitabilité pour la pointe du cœur.

train de se produire. Dans la période moyenne de la phase systolique l'effet est d'une autre nature : c'est une nouvelle contraction qui peut se surajouter à la première. Il est difficile de comparer cet effet au précédent. Dans la dernière période de

la même phase, nous n'avons pu le plus souvent obtenir de contraction nouvelle, avec la même intensité de courant qui était efficace dans la période moyenne. Nous donnons ces résultats sous toute réserve, parce que notre outillage ne nous permettait pas de suivre le phénomène avec assez de sûreté.

Il reste acquis que l'excitabilité cardiaque augmente pendant la phase diastolique depuis son début jusqu'à la fin; nous croyons probable qu'elle décroît ensuite d'une manière continue pendant la phase systolique jusqu'au moment du maximum de contraction où elle est le plus faible. En d'autres termes, la *courbe même de la contraction, renversée, donnerait la graphique de la variation d'excitabilité.*—Au contraire, pour le cœur entier, d'après M. Marey, la courbe de variation, serait une courbe ascendante, ayant une chute brusque au moment du début de la systole.

Conséquences. — Explication de l'effet des courants continus et interrompus sur le cœur.

Le fait de l'inexcitabilité périodique du cœur a permis d'expliquer un grand nombre de particularités de l'activité cardiaque. Nous rappellerons, entre autres, deux des propriétés spéciales au muscle du cœur : la première, c'est d'exécuter des mouvements discontinus pour une excitation continue. C'est ainsi que le passage d'un courant constant provoque des mouvements rythmés, phénomène déjà signalé par Heidenhain et étudié depuis avec détail par divers observateurs.

La seconde propriété du cœur, « c'est de réagir à des excitations discontinues en prenant un rythme de mouvement qui « n'est pas en rapport avec le nombre des excitations reçues. » Nous avons avec le Dr Morat, signalé cette particularité qui résultait implicitement des expériences de Bowditch et d'Eckhard, et nous l'avons étudiée avec détails. Nous avons établi pour le muscle cardiaque un tableau analogue à celui que l'on possède pour les muscles volontaires et les nerfs moteurs, tableau faisant connaître les conditions diverses d'action de l'excitant électrique (lois des excitations électriques).

Ce sont ces deux propriétés dont M. Marey trouve l'explication dans la loi de l'inexcitabilité périodique, à la condition bien entendu que cette loi soit applicable au muscle lui-même,

comme nous venons de démontrer qu'elle l'est réellement. — Voici les paroles mêmes de l'éminent physiologiste :

« J'ai proposé, pour expliquer les faits rappelés par « MM. Dastre et Morat, une explication fort simple.

« 1° Si un courant continu produit sur le cœur des effets « intermittents c'est que ce courant est rendu intermittent lui-« même par les phases d'inexcitabilité du cœur : celles-ci pra-« tiquent, en quelque sorte, des interruptions dans la durée « du courant.

« 2° Si des courants induits successifs ne sont pas tous effi-« caces pour produire des systoles du cœur (Bowditch), c'est « que parmi ces courants il en est un certain nombre qui sont « comme non avenus, parcequ'ils tombent sur les instants où « le cœur est inexcitable.

« Plus les courants induits sont intenses, plus ils accélèrent « le rythme du cœur : c'est que pour eux la phase d'inexcitabilité « du cœur est plus courte et que le nombre des excitations « inefficaces est moindre.

Cette explication, basée sur une propriété démontrée par M. Marey sur le cœur entier et par nous sur le muscle cardiaque me semble rationnelle, et je la propose au contrôle des expérimentateurs (Marey. C. R. *Acad. Sciences*, 28 juillet 1879).

Cette ingénieuse explication nous paraît en effet très légitime et nous nous y rangeons complètement.

Explication du rythme du cœur.

Enfin, on peut déduire de là une explication du rythme du cœur.

Nous sommes obligés d'entrer ici dans des éclaircissements un peu plus développés. — Il y a pour expliquer le rythme du cœur deux questions successives à résoudre :

A. *A quoi est dû le rythme.* Est-ce à l'appareil nerveux, est-ce à l'appareil musculaire.

B. Une fois connu l'appareil qui règle le rythme, *quelle est l'excitation qui le met en jeu*, est-ce une excitation constante, continue, ou bien est-ce une excitation périodique, rythmée en rapport plus ou moins étroit avec la périodicité et le rythme même de l'organe.

Or, ces deux questions ont donné lieu à de longues contro-

verses : elles nous semblent aujourd'hui bien près d'être éclaircies. Examinons-les successivement : .

A. — Beaucoup de travaux récents nous semblent avoir établi que le rythme du cœur, considéré d'abord comme une fonction nerveuse, était au contraire une propriété du muscle cardiaque.

Au premier abord, des raisons générales et particulières plaidaient en faveur de l'attribution au système nerveux ganglionnaire de la fonction régulatrice du cœur. Nous ne faisons que les indiquer ici sans développements particuliers. D'une façon générale, le système ganglionnaire est capable, en effet, d'une influence directrice analogue à celle du système nerveux central. On en a pour preuves : la propriété excito-motrice et le pouvoir reflexe attribués par Cl. Bernard au ganglion sous-maxillaire — les mêmes propriétés attribuées aux masses ganglionnaires des vaisseaux sanguins (centres périphériques de Huizinga) — la propriété excito-frenatrice assignée au ganglion étoilé du grand symphatique (Dastre et Morat); ce sont là des arguments d'ordre général.

A côté de ceux-là et plaidant dans le même sens il y avait des arguments plus particuliers. L'existence d'un appareil modérateur et d'un appareil accélérateur extrinsèques, bien propres par leur jeu antagoniste à expliquer les alternatives d'activité et de repos de l'organe, avait été démontrée en dehors du cœur. A la suite des expériences de Stannius (1851-1852) on essaya de trouver dans le système nerveux intrinsèque du cœur les représentants de ces deux appareils, c'est-à-dire des ganglions modérateurs et des ganglions accélérateurs. Stannius crut même en avoir démontré la réalité. Plus récemment, et à la suite même des expériences par lesquelles on pensait établir la la fonction rythmique du muscle cardiaque, deux physiologistes très versés dans ce genre d'étude, Bernstein et Bowditch concluaient que le rythme appartient au système nerveux ganglionnaire du cœur. L'expérience de Bernstein consistait à pratiquer « la séparation physiologique » de la pointe du cœur, sans la sectionner. Il suffit d'exercer une forte constriction à l'union du 1/3 supérieur avec les deux tiers inférieurs du ventricule, pour détruire la continuité physiologique entre la pointe purement musculaire et la base, munie de ses ganglions ner-

veux. L'opération peut être faite de manière qu'il n'y ait point de déchirure : la continuité physiologique est seule interrompue. Dans ces conditions, Bernstein constatait que la partie supérieure continuait de battre, tandis que la pointe musculaire dilatée par le sang restait en repos persistant. Bowditch (1878) répétait ces expériences et observait que le même état d'inertie de la pointe pouvait se soutenir pendant un temps très long, jusqu'à 21 jours. La conclusion de ces physiologistes, c'est que la pointe du cœur (muscle cardiaque) est inerte par elle-même, incapable de mouvements automatiques bien que l'on y entretienne l'excitation nutritive, en un mot, qu'elle ne possède point par elle-même la fonction rythmique.

D'autre part, l'idée contraire que la *fonction rythmique serait une propriété musculaire* recevait une démonstration chaque jour plus évidente. Elle avait été exprimée incidemment par Brown-Sequard dès l'année 1853. Schiff l'avait adoptée en 1865 pour des raisons indirectes, par analogie avec la propriété rythmique qu'il constatait dans les fragments du muscle diaphragme des muscles inter-costaux, du muscle operculaire des cyprins, des cœurs lymphatiques énervés de la grenouille. Mais la démonstration directe fut donnée par Eckhard qui observa le mouvement rythmique de la pointe du cœur soumise à l'action du courant continu et par Heidenhain qui vit des battements réguliers du muscle cardiaque succéder à des excitations successives très rapides.

Ces expériences étaient oubliées lorque Ranvier les répéta en 1878. D'un autre côté MM. Dastre et Morat sans connaître ces travaux arrivaient d'une manière indépendante aux mêmes résultats et ils concluaient :

« L'action des courants de pile révèle ce fait remarquable « qu'un stimulant continu peut provoquer le travail discontinu « du muscle cardiaque, c'est-à-dire des contractions rythmiques. « Le rythme ne paraît dépendre ni des centres du cœur, ni « des ganglions de la base, mais d'une propriété du muscle « cardiaque et des terminaisons nerveuses » (Janvier, 1878).

Ainsi, cette première série d'expériences instituées par Eckkard et Heidenhain, répétées par MM. Ranvier, Dastre et Morat, fournit un argument de valeur considérable en faveur de l'attribution au muscle de la propriété rythmique.

Cet argument n'est pas le seul, bien qu'il conserve à nos yeux une valeur supérieure et tout à fait significative. Deux autres séries d'expériences vinrent confirmer ces résultats et en assurer la conclusion. Fr. Franck, dans l'exposé critique remarquablement clair, qu'il a présenté au congrès de Londres de l'état actuel de la question, distingue, en effet, les expériences en trois séries :

1re Série. — La pointe du cœur séparée de l'animal, non soumise à une circulation artificielle, reçoit des excitations électriques et réagit par des mouvements rythmiques.

Ce sont les expériences dont il vient d'être parlé.

2me Série. — La pointe du cœur isolée, recevant du sang défibriné, donne des battements spontanés réguliers.

Ce sont les expériences de Bowditch (1869), Luciani (1873), Rossbach (1874), Merunowicz (1875). Ces expériences consistent à lier le cœur sur une canule au-dessous du sillon auriculo ventriculaire, de manière à continuer l'irrigation du muscle cardiaque avec du sérum ou différents liquides circulatoires. Avec un choix convenable de ces liquides, l'on voit la pointe continuer ses battements rythmiques. Le liquide excitant agit ici comme le courant électrique dans la série précédente.

Vient enfin une 3me série d'expériences :

3me Série. — La pointe du cœur, séparée physiologiquement (par une constriction circulaire) de la région de la base présente des mouvements rythmiques, dans certaines conditions de circulation intrinsèque.

Ces expériences sont dues à Ludwig, Luchsinger, Michael Foster et Gaskell. Elles sont la répétition de celles de Bernstein et Bowditch, mais elles font intervenir une condition nouvelle, la *pression*. — Le cœur était préparé à la façon de Bernstein; la pointe du ventricule physiologiquement séparée des ganglions de la base, était inerte et gorgée de sang. Si l'on vient alors à augmenter la pression du sang ou du sérum, en comprimant l'aorte ou de quelque autre manière, la pointe jusqu'alors immobile entre en action et exécute des mouvements d'un rythme particulier, indépendant de celui du reste de l'organe.

On remarquera que ces dernières épreuves détruisent l'objection de Bernstein et de Bowditch contre l'attribution au muscle de la fonction rythmique. Les deux dernières séries

d'expériences viennent donc confirmer la première et entraînent indubitablement la conviction que le rythme est une propriété du muscle cardiaque.

C'est la conclusion que Fr. Franck exprimait dans l'article critique que nous avons cité et dont nous avons emprunté la forme d'exposition. Il s'exprimait en ces termes :

« Résumé. — Si nous rapprochons les faits remarquables « observés isolément par Michael Foster et Gaskell, par J. M. « Ludwig et Luchsinger de ceux qu'avaient constaté Meruno- « wicz ; si nous tenons compte des résultats fournis par les « excitations électriques appliquées au muscle cardiaque par « Eckhard, Heidenhain, Ranvier, Dastre et Morat, nous « voyons qu'on est amené aux conclusions suivantes :

« 1° Que l'influence des ganglions du cœur n'est pas indispen- « sable à la production des mouvements rythmiques de cet « organe.

« 2° Que la fonction rythmique paraît appartenir en propre « à la fibre musculaire cardiaque » (Transactions of the medical International Congress. Londres, 1881, vol. II, p. 253).

B. — La première question étant résolue et sachant maintenant que le rythme appartient au muscle, nous devons nous occuper de la seconde. C'est ici que la loi de l'inexcitabilité va intervenir. Quelle est l'excitation qui met en jeu l'appareil rythmique? Est-ce une excitation constante, continue — est-ce une excitation rythmée périodique. — Et dans l'un et l'autre cas, quelle est-elle?

C'est une bien ancienne et bien naturelle curiosité que celle de savoir si pour un fonctionnement intermittent, le promoteur est un stimulant intermittent ou un stimulant continu. M. Foster la traitait dès 1866 — et exposait les raisons qui militent en faveur de l'une ou de l'autre solution. — Mais la question est tranchée du moment que l'on sait que le cœur — et nous pouvons dire maintenant, le muscle cardiaque — présente des variations périodiques d'excitabilité. Le stimulant peut être continu ; il est en réalité rendu intermittent. Les choses se passent donc comme si la cause du rythme était une stimulation toujours intermittente. L'intérêt que présentait le problème de ce chef, n'existe plus : la stimulation intermittente

vient se confondre comme effet avec la stimulation continue.

En fait, nous croyons pouvoir dire que les deux stimulations existent : l'une, due à la nutrition et par conséquent d'un caractère continu ; l'autre, due à la variation de la pression, d'un caractère mécanique intermittent. Il serait difficile de faire la part relative de l'une et de l'autre influence. Il suffit d'en rappeler ou d'en démontrer l'existence, et d'insister seulement sur les expériences qui nous sont personnelles.

Excitation due à la nutrition, — ou plutôt aux conditions du milieu nutritif.

Les conditions du milieu qui baigne les éléments musculaires et qui devient le principal facteur des échanges nutritifs, ont une grande influence sur le fonctionnement du muscle cardiaque. Merunowicz en 1875 s'est attaché à fixer l'action des substances qui entrent dans la composition de ce milieu. Il a été suivi dans cette voie par Gaule, Basch, Ringer et Morshead, Löwitt (voir le travail de ce dernier auteur dans les Archiv für die gesammte Physiologie, t. XXV, p. 399). On a déterminé un certain nombre de conditions chimiques que doit remplir le milieu pour favoriser l'excitabilité de l'organe. Ce n'est pas le lieu de reproduire tous ces faits particuliers. Le seul point qui doit arrêter notre attention c'est que le liquide le plus favorable est le sang ou le sérum sanguin de l'animal sur lequel on opère. Gaule avait fait une remarque qui a suscité de nombreuses recherches de contrôle. Il s'était aperçu que la circulation artificielle des liqueurs faiblement alcalines favorisait l'activité du cœur isolé. Il a donné la formule d'une liqueur qui, d'après cette remarque, devait être, parmi les milieux artificiels, celui qui permet le mieux les battements cardiaques. Mais récemment Martius, sous la direction de Kronecker, a remarqué que les solutions alcalines de chlorure de sodium, pas plus que les solutions neutres, ne peuvent entretenir, d'une manière durable, les contractions spontanées du cœur. Les solutions alcalines permettraient seulement d'utiliser les restes de sang ou de sérum déposés dans les interstices musculaires des parois spongieuses du cœur de la grenouille ; mais, lorsque toutes les substances nutritives de ce genre ont disparu, les solutions alcalines de chlorure de sodium se comportent de la même manière que les solutions acides. Des

solutions de peptones, de caséine, d'albumine d'œuf, de syntonine, de myosine, de mucine, de glycogène et de lait sont tout aussi inefficaces. Au contraire, dans tous les cas, le sang, le sérum, la lymphe, peuvent rétablir les propriétés fonctionnelles du cœur.

A côté de ces conditions chimiques du milieu, les conditions physiques pèsent aussi d'un très grand poids. La température a sur l'excitabilité du cœur une influence très marquée. Elle diminue la durée de la période réfractaire. Burdon Sanderson et Page se sont assurés, par exemple, que chez la Rana esculenta la durée de la période réfractaire ou mieux de la phase d'excitabilité diminuée étant de 2" à la température de 12° ; à la température de 23° elle est diminuée de moitié ; elle n'est plus que de 1". Or, si l'on opère sur le cœur de la tortue à 25°, pour réduire non pas de moitié mais seulement de 1/5 la durée de la période en question, pour l'amener par exemple de 2"5 à 2", il faudrait doubler la force de l'excitant.

Influence de la pression. — Expériences nouvelles. — Explication du rythme cardiaque. — Une dernière circonstance, qui semble avoir un rôle exceptionnel dans le jeu du cœur, c'est la pression. Ce sont les expériences récentes de Ludwig et de Luchsinger qui ont mis en évidence l'action excitatrice de la pression sur le muscle cardiaque. On pourrait certainement trouver le point de départ de cette importante notion dans la loi formulée par M. Marey, d'après laquelle le nombre des pulsations du cœur augmente avec la pression du sang. Formulée d'une manière générale et trop absolue d'abord, cette loi a dû recevoir quelques restrictions. Les études ultérieures ont obligé à introduire dans l'énoncé cette réserve que le système nerveux n'intervient pas pour troubler l'effet intrinsèque de la pression. Ainsi transformée, la loi s'exprime en disant que le nombre des pulsations s'accroît avec la pression interne, toutes choses égales d'ailleurs du côté de l'appareil nerveux. Mais il est clair qu'exclure le système nerveux revient à considérer dans le cœur le seul appareil musculaire. Et alors, la loi de M. Marey ne peut avoir pour nous d'autre signification que celle-ci, à savoir, que la pression est un excitant du muscle cardiaque.

Cette notion, qui découlait logiquement des faits, n'avait

cependant pas été mise suffisamment en relief avant les travaux de Ludwig et Luchsinger. Nous avons dit en quoi consistait l'expérience de ces physiologistes. On sépare de la base la pointe du cœur par une constriction momentanée : c'est le procédé de Bernstein. La pointe, gorgée de sang, ne bat plus. Si l'on comprime l'aorte, de manière à augmenter la pression intra-cardiaque, la pointe du cœur repart d'un mouvement rythmé. Le sérum étranger à l'animal peut entretenir des battements réguliers, à la même condition que la pression soit accrue (Gaskell et M. Foster).

C'est là un genre d'influence qui n'est pas d'ailleurs exclusif au cœur. Sokoloff et Luchsinger (*Archiv. für die gesammte Physiologie.* XXVI, p. 464) ont recherché si d'autres muscles creux, l'uretère par exemple, offriraient des propriétés analogues. On savait déjà que lorsque la secrétion rénale est plus abondante, par exemple, après l'ingestion de grandes quantités de boisson, les contractions spontanées de l'uretère se succèdent plus rapidement. Lorsque l'on fait varier expérimentalement la tension de l'uretère chez le chien ou le lapin refroidi, on fait varier dans le même sens les contractions péristaltiques de ce canal. Luchsinger (*Archiv. für die gesammte Physiologie,* XXVI, p. 445) a encore retrouvé cette propriété dans les cœurs veineux de la peau de l'aile de la chauve-souris. Ce sont des dilatations contractiles placées sur le trajet des veines de l'aile. Lorsque, après la mort de l'animal, on y fait passer un courant de sérum, on voit les contractions rythmiques renaître, si la pression intérieure est suffisante. L'influence de la pression est donc une condition générale que Luchsinger a bien saisie, avec sa pénétration habituelle. Le vaisseau sanguin, comme l'uretère comme le muscle cardiaque, trouvent dans les variations de la pression, ou dans l'extension artificielle de leur paroi un excitant puissant, pour le mouvement rythmique.

On peut trouver dans ces faits bien constatés une explication du rythme cardiaque.

La pression varie dans le ventricule entre des limites étendues dans le cours d'une même révolution (de 0 ou moins, pression négative) à une valeur maxima.

On sait donc que le jeu rythmé du cœur a pour conséquence une variation périodique de la pression ; mais, d'autre part, on

vient de voir qu'une variation périodique de la pression peut avoir pour conséquence le jeu rythmé de l'organe. Ainsi, le rythme cardiaque entraîne le rythme de la pression : le rythme de la pression entraîne le rythme cardiaque. Nous retrouverions ici cet entrelacement réciproque, si fréquent dans les systèmes physiologiques bien réglés, où la cause devient effet, et où les phénomènes s'enchaînent et se règlent eux-mêmes.

Cette conception théorique éminemment rationnelle et conforme à tous les faits connus peut recevoir une démonstration expérimentale.

Expériences. — Fixons d'abord le point en question. Le muscle cardiaque possède en lui-même les conditions de son rythme. Il faut pour cela qu'il soit excité. D'où peut provenir l'excitation ? Laissant de côté les stimulations nutritives, nous dirons qu'elle provient certainement des variations de la pression intra-cardiaque.

L'expérience des deux cœurs conjugués extérieurement justifié cette assertion :

On introduit une canule de verre dans l'aorte commune du cœur de la grenouille séparé du corps. On prépare ce cœur à la façon de Bernstein, c'est-à-dire que l'on sépare physiologiquement par une constriction circulaire la pointe musculaire du reste de l'organe. Comme l'on sait, la pointe reste immobile, gorgée de sang.

D'autre part on prépare un cœur de tortue : une canule est introduite dans l'aorte, au voisinage du cœur.

Le système des deux cœurs est mis en rapport par des tubes en caoutchouc entoilé, inextensibles. L'appareil est rempli de sang défibriné.

Tant que la communication entre les deux systèmes n'est pas établie, le ventricule, isolé de ses connexions nerveuses, reste immobile. Mais dès que les deux tubes sont reliés et que la pression produite par le cœur intact peut se transmettre dans le cœur préparé, on voit la pointe, naguère immobile, battre régulièrement. La pointe du cœur de grenouille bat comme le cœur de la tortue intact, tandis que la base et les oreillettes ont conservé leur rythme propre. Les battements du cœur préparé sont synchrones à ceux du cœur intact, c'est-à-dire qu'ils cor-

respondent exactement aux accroissements de la pression intracardiaque. Si l'on accélère le cœur intact en le chauffant, ou de quelque autre manière, on voit s'accélérer dans le même temps les battements du second, sans que la correspondance soit jamais rompue.

On savait qu'une pression suffisante peut provoquer les battements du musle cardiaque. Nous montrons maintenant que les variations périodiques de cette pression qui se produisent réellement dans le cours d'une révolution cardiaque sont précisément aptes à entretenir le rythme des contractions.

Il est aisé de comprendre que dans le fonctionnement normal du cœur, les choses se passent précisément de cette manière pour le muscle cardiaque. Chaque afflux de sang fait contracter le muscle indépendamment de toute action nerveuse. L'influence nerveuse n'est donc qu'une influence surajoutée. Théoriquement l'on peut dire que le système nerveux n'est dans le cœur qu'un appareil de perfectionnement nullement indispensable au jeu régulier de l'organe.

Explication de la loi de la variation périodique d'excitabilité.

On peut essayer d'aller plus loin encore dans cette délicate analyse. Nous venons de trouver une cause *suffisante* du rythme cardiaque. De prime abord, cette cause ne paraît pas *nécessaire* La pointe du cœur, isolée, ne subissant pas de pression, bat, en effet, rythmiquement sous l'influence de l'excitant continu. La pression ne semble donc pas autre chose, à première vue qu'un stimulant analogue dans ses effets à l'électricité.

Cherchons la raison de l'excitation provoquée par la pression, et peut-être trouverons-nous ainsi la cause véritable du rythme dans toutes les conditions où il peut se produire.

Expérience. — L'épreuve consistera à mettre un cœur de tortue intact et un cœur de grenouille préparé en conjugaison croisée. — Reprenons le cœur préparé à la façon de Bernstein et exerçons les pressions non plus à l'intérieur mais à l'extérieur. Pour cela plaçons-le dans un vase plein d'huile, communiquant avec le cœur intact. Lorsque celui-ci se contractera, la pression engendrée par sa contraction, et qui tout à

l'heure s'exerçait à l'intérieur, s'exercera à la surface externe. Or, dans ce cas, l'on n'observe pas la reprise des battement des la pointe du cœur. La pression est cependant à peu de chose près la même qui tout à l'heure était efficace.

Quelle est la seule condition changée? C'est que tout à l'heure l'effort mécanique distendait le cœur et que maintenant il le comprime. La pression intervient donc lorsqu'elle est un agent mécanique de distension. C'est en d'autres termes la *distension du muscle cardiaque qui l'excite*. Ainsi le relâchement, degré inférieur de la distension est déjà par lui-même une cause d'excitation. Dès lors, nous avons ici l'explication de la loi de Marey. Nous connaissons la cause de la variation périodique de l'excitabilité. L'excitabilité du cœur s'accroît avec la diastole, parce que la distension diastoliqueproduit, par elle-même, une excitation mécanique qui s'ajoute à celle dont on essaye l'effet.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

1° M. Marey a fait connaître cette particularité remarquable du fonctionnement du cœur, que l'excitabilité variait périodiquement : qu'elle était très faible pendant la systole et qu'elle croissait ensuite régulièrement pendant toute la durée de la diastole.

Cette propriété avait été démontrée pour le cœur entier, c'est-à-dire pour un appareil à la fois nerveux et musculaire. Nous nous sommes proposé de savoir si elle appartenait au muscle ou à l'appareil nerveux.

Il y avait un préjugé en faveur de l'hypothèse que c'était une propriété du muscle. La démonstration expérimentale n'avait pas été donnée, et les deux opinions étaient également probables. Les expériences que nous avons relatées plus haut, tranchent la question et montrent que la loi d'inexcitabilité périodique est véritablement une loi musculaire.

2° L'excitabilité du muscle cardiaque augmente régulièrement depuis le début de la phase diastolique jusqu'à la fin. Quant à la phase systolique, la variation d'excitabilité pendant cette phase est plus difficile à caractériser. Il nous a paru que, contrairement à ce que l'on a dit, l'excitabilité décroît aussi d'une manière continue pendant la phase systolique. La courbe

de l'excitabilité serait représentée par le graphique même de la contraction, renversé.

3° La loi de la variation périodique de l'excitabilité, permet légitimement d'expliquer, ainsi que M. Marey l'avait fait par avance, deux des propriétés spéciales du muscle cardiaque, à savoir : 1° d'exécuter des mouvements discontinus pour une excitation continue (Heidenhain, Ranvier, Dastre et Morat), et 2° de réagir à des excitations rythmées en prenant un rythme de mouvement différent (Eckhard, Bowidtch, Dastre et Morat).

Les excitations continues et les excitations rythmées du muscle cardiaque sont tout à fait assimilables quant à leurs effets.

4° Il restait à savoir quelles sont normalement les excitations continues ou intermittentes qui permettent au muscle cardiaque de traduire en fait son aptitude au mouvement rythmique.

La plus remarquable de ces stimulations est celle de la pression. Marey d'abord, puis J.-M. Ludwig et Luchsinger ont mis en évidence l'action excitatrice de la pression sur le muscle cardiaque. Cette même propriété appartient aux muscles creux de la vie organique. Une pression suffisante peut provoquer les mouvements du muscle cardiaque immobile. Des expériences nouvelles (Expérience des deux cœurs conjugués), nous ont appris que les variations périodiques de la pression qui se produisent normalement dans le cours d'une révolution cardiaque sont précisément aptes à produire le rythme des contractions. Le système nerveux cardiaque n'est donc qu'un appareil de perfectionnement nullement indispensable au jeu régulier de l'organe. Les propriétés du muscle et les alternatives de la pression suffisent à entretenir les battements du cœur.

5° L'explication de la loi de la variation périodique d'excitabilité résulte des mêmes faits et de l'expérience des cœurs conjugués extérieurement. La pression intervient comme un agent mécanique de distension. L'excitabilité du cœur s'accroît avec la diastole parce que la distension diastolique produit par elle-même une stimulation mécanique qui vient s'ajouter à celle qui sollicite d'autre part le muscle cardiaque à ce moment.

II. — Loi de l'uniformité du rythme du cœur.

Dans ses expériences sur l'excitabilité du cœur, M. Marey a aperçu un fait significatif pour l'intelligence du mécanisme cardiaque.

« *Après chaque systole provoquée, il se produit un repos com-*
« *pensateur qui rétablit le rythme du cœur un instant altéré;*
« de sorte que le même nombre de systoles a lieu, soit que
« l'on excite le cœur, soit qu'on le laisse à son rythme spontané. »

Ce fait est manifeste sur le graphique (page 3); on voit que le nombre des battements est le même dans le même espace à chaque ligne, c'est-à-dire dans le même temps.

Cette condition remarquable du cœur a été considérée tantôt comme un corollaire de la loi d'*uniformité du travail du cœur*, et d'autres fois comme un corollaire de la *loi de la durée uniforme du travail du cœur* qui n'est peut-être qu'une formule approchée de la précédente.

« L'existence de ce repos, dit M. Marey, est très importante :
« elle vient confirmer une loi que j'ai cherché à établir, à sa-
« voir que le cœur règle le nombre de ses mouvements sur les
« résistances qu'il doit vaincre à chacune de ses systoles; que
« si on élève la pression du sang dans les artères, le cœur, de-
« vant à chaque systole, soulever une charge plus forte, ra-
« lentit ses battements; car, chacun d'eux constituant une plus
« grande dépense de travail, devra être suivi d'un plus long
« repos.... Les expériences dans lesquelles on provoque des
« systoles du cœur au moyen d'excitations artificielles consti-
« tuent un corollaire de la *loi d'uniformité du travail du cœur* » (Marey. Sur les excitations électriques du cœur. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1877, p. 71).

D'autre part, E. Cyon avait en 1866 (Ludwig's Arbeiten, p. 77) observé une relation intéressante entre la fréquence et la durée des systoles cardiaques. Considérons deux circonstances dans lesquelles la fréquence des battements du cœur de la grenouille soit différente. Les variations de la température offrent un moyen d'obtenir ces rythmes différents. Un cœur de grenouille qui, par exemple, bat 8 fois par minute, à la température de 7°, battra 16 fois à la température de 14°. Or, on observe alors que les

systoles les plus fréquentes sont les plus courtes de manière à compenser l'excès de leur nombre par l'abaissement de leur durée. Dans le premier cas leur durée sera de 3/4 de seconde, d'une seconde et demie dans le dernier cas.

Ces faits s'énoncent en disant que :

La somme des périodes d'activité du cœur, dans un temps donné, reste toujours la même, quelle que soit la rapidité des battements.

En fait, sur une durée de une minute, le cœur de grenouille, quelle que soit la rapidité de ses battements, est en activité pendant 12 secondes et en repos pendant 48 secondes.

En vertu de cette loi, si une excitation expérimentale vient intercaler dans la série régulière une contraction nouvelle, une compensation tendra à se produire, de telle sorte que la durée totale des contraction dans un temps donné reste la même. Cela peut se faire de deux manières : ou bien les systoles suivantes seront plus courtes, ou bien elles s'espaceront de façon que le nombre dans un temps donné n'ait pas subi d'augmentation.

C'est ce dernier cas qui s'est présenté, en fait, dans les expériences de M. Marey. Ce résultat peut donc être regardé comme un corollaire de la loi de E. Cyon.

Nous nous sommes proposé d'étudier quelques-unes des circonstances de ce phénomène, et nous avons voulu résoudre la question de savoir, s'il manifestait une propriété du muscle ou de l'appareil nerveux cardiaque.

I. — Lorsque l'on opère sur le cœur entier et qu'on l'excite par un courant suffisant (c'est-à-dire capable de susciter une contraction intercalaire dans la période diastolique) on sait que l'excitation est inefficace si elle tombe dans la période systolique. Le cœur ne se contracte point; il n'exécute aucun travail déterminé par cette provocation nouvelle.

Cependant, on observe que le prétendu repos compensateur suit cette excitation inefficace, comme si elle avait été efficace et s'il y avait eu un véritable travail produit.

Les figures 8 et 9 prises parmi beaucoup de graphiques concordants démontrent clairement cette particularité. On voit dans l'une et l'autre un repos *ab* succédant à une excitation inefficace *ex* survenue dans la période systolique.

Ainsi, le repos signalé par M. Marey et par tous les observateurs qui ont pratiqué les excitations du cœur, n'est pas un repos compensateur d'un travail véritablement accompli par le muscle.

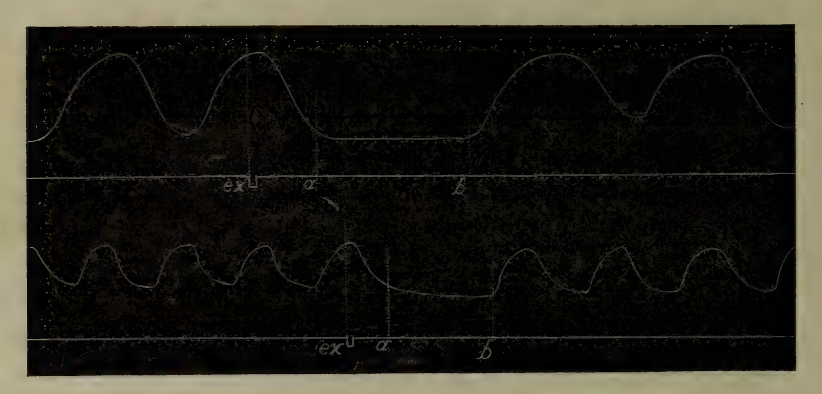


Fig. 8 et 9.

Il survient en l'absence de toute contraction ; en d'autres termes, l'existence de ce phénomène ne doit pas être considérée selon nous, comme un corollaire de la loi très réelle de l'uniformité du travail. C'est évidemment un phénomène indépendant du muscle.

Quoi qu'il en soit, nous voyons qu'avec le cœur entier, les excitations efficaces ou inefficaces, qui ont produit un travail additionnel ou ne l'ont pas produit, peuvent être suivies aussi bien les unes que les autres d'une pause manifeste. Et cette observation nous fait soupçonner qu'il s'agit ici d'une propriété d'ordre nerveux.

II. — L'examen direct vient confirmer cette conclusion. Reprenons nos expériences sur la pointe du cœur, soumise intérieurement à une pression constante, entretenue en mouvement parfaitement régulier par le courant fréquemment interrompu, et recevant à certains moments une décharge additionnelle. Comme il arrive pour le cœur entier, cette stimulation peut être efficace ou inefficace ; elle provoquera une contraction intercalaire si elle arrive dans la diastole ; elle n'en provoquera pas si elle survient dans la phase systolique. L'examen des graphiques nous montre que les unes ni les autres ne sont suivies du repos improprement nommé compensateur :

La figure 10 nous montre une excitation inefficace *ex* non suivie de repos. La contraction suivante arrive aussitôt qu'auparavant.

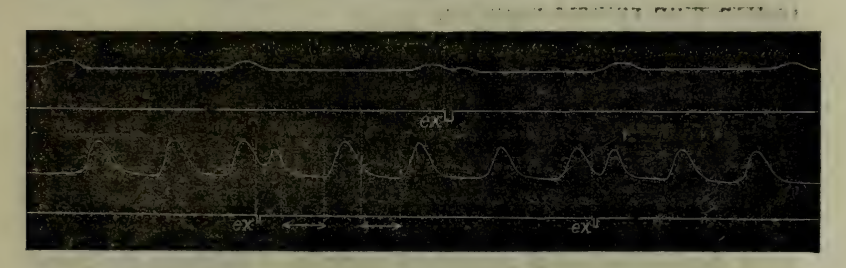


Fig. 10.

La figure 11 nous montre une excitation efficace *ex* n'entraînant pas non plus de repos du cœur. Ici le supplément



Fig. 11.

d'excitation reçu ou de travail exécuté ne détermine point de pause compensatrice.

Il y a donc, d'après cela, entre le cœur entier (nerfs et muscle) et la pointe du cœur (muscle) cette différence que le premier présente un repos compensateur après une excitation efficace ou non tandis que le second ne présente pas cette pause réparatrice après les excitations suivies ou non d'effet.

La conséquence de ces remarques est facile à tirer :

La loi d'uniformité du rythme est une propriété de l'appareil ganglionnaire du cœur. Elle n'appartient pas au muscle cardiaque.

Celui-ci, ainsi qu'il a été dit précédemment, a en lui-même les conditions essentielles du rythme, c'est-à-dire la propriété de répondre par une série de contractions à l'excitation qu'il reçoit.

Il reçoit d'ailleurs une stimulation qui a son origine dans la nutrition et en second lieu une stimulation d'ordre mécanique, due à la pression du sang, parfaitement appropriée à l'entretien d'un rythme régulier.

Telle est la part de l'appareil musculaire dans le fonctionnement de l'organe. Cette part est considérable, et le rôle du muscle cardiaque est tout à fait dominateur.

Quant à l'appareil nerveux ganglionnaire, c'est d'abord un appareil de perfectionnement. Il fonctionne en aidant l'appareil musculaire dans l'entretien du rythme. L'expérience vient de nous démontrer qu'il intervient pour la régulation du travail cardiaque. Si des excitations anormales, étrangères, viennent susciter des contractions nouvelles, altérer le rythme et exagérer le travail de l'organe, c'est non au muscle mais aux ganglions intra-cardiaques qu'il appartient d'écarter ces causes de perturbation et de replacer l'organe dans les conditions de son fonctionnement normal.

Ces conclusions, qui ont été peut-être énoncées par avance et comme des hypothèses vraisemblables se présentent maintenant, si nous ne nous abusons pas, avec le caractère d'une consécration expérimentale.

NOTE
SUR UN SYSTÈME PARTICULIER
DE
SACS AÉRIENS
OBSERVÉ CHEZ QUELQUES OISEAUX

Par M. BOULART.

(PLANCHE XXVII.)

Ayant eu, en 1879, l'occasion de disséquer un Marabou (*Leptoptilus cruminiferus*), je fis une observation qui me parut offrir un certain intérêt et que je communiquai à la Société philomatique. Je trouvais en effet que les réservoirs aériens qui, chez cet oiseau, occupent toute la longueur de la région cervicale, se terminent sous la base du crâne par un tube membraneux d'environ un centimètre de diamètre qui passe sur la face supérieure de l'os ptérygoïdien et débouchant dans le sinus sous-oculaire, communique par l'intermédiaire de celui avec les fosses nasales.

J'ai depuis constaté l'existence d'un semblable système de sacs chez la Cigogne (*Ciconia alba*) et le Jabiru (*Mycteria australis*). Dans ces deux espèces ces réservoirs aériens sont peu développés.

Je dois également signaler la présence, chez le Calao, d'une poche volumineuse occupant toute la longueur du cou et communiquant d'une part avec les fosses nasales et d'autre part avec les sacs aériens répandus en très grand nombre chez cet oiseau. Enfin, j'ai trouvé dernièrement sur un Fou de Bassan (*Sula Bassana*) deux sacs bien développés occupant les parties latérales du cou de ce palmipède et communiquant, comme ceux du Marabou au moyen de deux tubes grêles, avec les fosses nasales.

Sur les cinq espèces précitées il en est donc quatre, le Mara-

bou, la Cigogne, le Jabiru et le Fou de Bassan qui présentent un système de sacs n'ayant aucune communication avec les réservoirs dépendants des poumons.

La cinquième espèce, le Calao, bien que n'offrant pas une semblable disposition, présente cependant la particularité d'avoir un sac à la fois en communication avec les fosses nasales et les autres poches aériennes. On comprend facilement que ces sacs étant enveloppés par le muscle peaucier, ils soient vidés par la contraction de ce muscle, mais il est plus difficile d'expliquer comment ils se remplissent.

J'ai cru cependant en trouver l'explication dans la disposition des fosses nasales (1) dont la partie antérieure horizontale fait un angle droit avec la partie postérieure dirigée verticalement. Le sommet de cet angle communiquant avec avec la vésicule sous oculaire, et les arrière-narines s'ouvrant au fond d'une dépression dans laquelle la partie supérieure de la trachée peut se loger, il s'ensuit que quand l'air est expulsé par une expiration brusque il est insufflé en partie dans la vésicule sub-oculaire et de la dans les sacs, tandis que le reste s'échappe par les narines.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXVII.

Fou de Bassan (Sula Bassana), — *œ,* œsophage; — *t,* trachée; — *ss,* sacs du cou en communication avec les fosses nasales; — *v,* colonne vertébrale.

(1) *Note sur le Marabou; Bulletin de la Soc. Phil.*, 1878-79.

RECHERCHES
DE
PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE SUR LA RESPIRATION

PAR

GREHANT, ET **QUINQUAUD,**
Aide-naturaliste au Muséum. Médecin des Hôpitaux.

A l'aide de procédés divers, des observateurs éminents ont étudié les phénomènes de la respiration à l'état physiologique et à l'état pathologique : sur bien des points les résultats sont contradictoires et ne sont pas comparables; c'est ce qui nous a engagé à entreprendre une série de recherches sur la mesure exacte de l'exhalation pulmonaire de l'acide carbonique, en nous servant toujours du même procédé; toutes les conditions étant semblables, nous en faisons varier une seule à la fois et la variante porte sur des états physiologiques ou pathologiques de l'homme ou des animaux, nous déterminons avec grand soin l'exhalation normale pendant plusieurs jours et à différentes reprises, puis nous produisons expérimentalement divers états morbides dans lesquels nous apprécions avec la balance la quantité d'acide carbonique exhalé. Chez l'homme, comme nous n'assistons point au début de l'affection, lorsque la chose est possible, nous dosons l'acide carbonique dans la convalescence et après le rétablissement complet de la santé.

Les sujets soumis à l'expérimentation sont pesés avec soin ; nous notons leur âge, leur santé habituelle, la durée et le nombre des respirations ainsi que la température centrale.

Le procédé de dosage physico-chimique consiste à faire circuler à travers les poumons un volume connu d'air, à recueillir l'air expiré, à en déterminer le volume et à peser l'acide carbonique que cet air renferme.

Dans ce travail, nous étudierons quelle est l'influence exer-

cée sur l'exhalation pulmonaire de l'acide carbonique par des lésions locales produites expérimentalement dans les poumons chez les animaux; nous avons commencé la comparaison des résultats acquis par l'expérimentation à ceux qui ont été fournis par des malades atteints de lésions spontanées analogues ou identiques à celles qui ont été obtenues artificiellement.

Avant de publier *in extenso* les expériences et les observations que nous avons faites, il est nécessaire d'indiquer quelques modifications apportées au procédé décrit par l'un de nous et appliqué d'abord à l'étude des changements qui ont lieu dans la quantité d'acide carbonique exhalé par l'addition d'acide carbonique à l'air inspiré et par l'inflammation produite par des gaz irritants dans toute l'étendue de la muqueuse pulmonaire (1).

TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE. — EXPOSÉ SUCCINCT DE LA MÉTHODE EMPLOYÉE

Nous avons employé chez le chien une muselière de caoutchouc fixée à un tube en T dont les deux branches communiquent avec deux flacons ou soupapes de Müller à eau; l'un

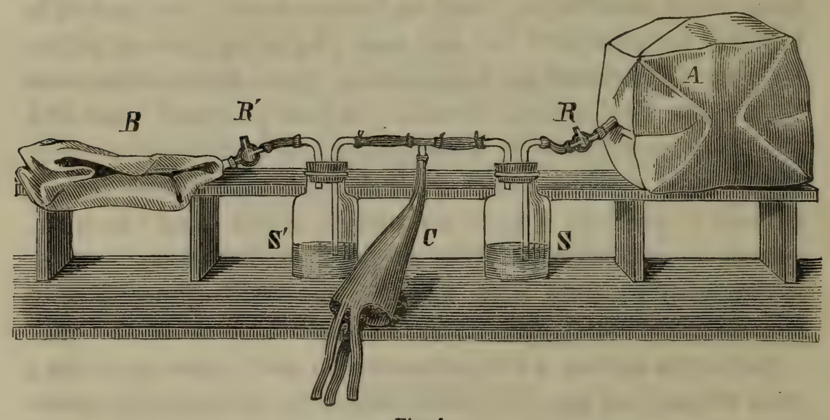


Fig. 1.

servant à l'inspiration, l'autre à l'expiration; deux ballons de caoutchouc munis de robinets à trois voies sont rattachés aux

(1) *Recherches comparatives sur l'exhalation de l'acide carboniqqe par les poumons et sur les variations de cette fonction* par Gréhant (Journal de l'Anatomie et de la Physiologie de MM. Robin et Pouchet, t. XVI, juillet 1880).

soupapes; le premier renferme un volume d'air mesuré au compteur à gaz, le second destiné à contenir l'air expiré a été vidé avec la trompe; cet appareil est représenté par la figure 1, empruntée au mémoire cité.

Vérification du compteur. — Pour être sûrs de l'exactitude des mesures faites avec le compteur à gaz, construit de telle sorte que, sur un cadran ayant 22 centimètres de diamètre, une longue aiguille marque les litres de 0 à 50 litres, nous avons fait construire par Alvergniat un manchon cylindrique de verre se terminant à la partie supérieure et à la partie inférieure par un col retréci (fig. 2); le volume compris entre deux

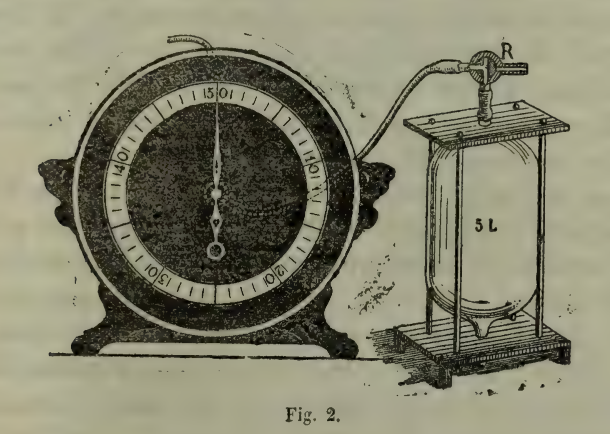


Fig. 2.

traits marqués sur les cols est exactement 5 litres; la pesée de l'eau a donné 5 kilogrammes. Nous avons fixé sur le col supérieur un robinet à trois voies R mis en communication par un tube de caoutchouc avec l'orifice d'entrée du compteur. Le manchon jaugé étant plein d'air, on tourne le robinet de manière à envoyer l'air dans le compteur par immersion du manchon dans l'eau jusqu'au trait d'affleurement supérieur, et on recommence dix fois cette manœuvre. Voici le tableau des résultats obtenus:

Volumes introduits dans le compteur.	Volumes indiqués par l'aiguille du compteur.	Différences.
0 l.	0 l.	
5	5.4	5.4
10	10.9	5.5
15	16.15	5.25
20	21.30	5 15
25	26.40	5.1
30	31 55	5.15
35	36.70	5.15
40	41.40	4.7
45	46.40	5
50	51.20	4.8

Donc 51 litres 2 du compteur font exactement 50 litres, et 26 litres 4 du compteur font 25 litres, mais il faut toujours avant chaque mesure ramener l'aiguille au zéro. On peut conclure de ces nombres que le compteur mesure les volumes des gaz d'une manière suffisamment exacte.

Dosage de l'acide carbonique exhalé. — Nous avons été conduits à modifier l'appareil employé pour le dosage en poids de l'acide carbonique en supprimant les tubes en U à pierre ponce imbibée d'acide sulfurique qui présentent quelques inconvénients. Quand on fait passer à plusieurs reprises 50 litres d'air expiré saturé d'humidité à travers ces tubes, le pouvoir absorbant de l'acide est bientôt affaibli, ce qui oblige à renouveler fréquemment l'acide. Nous avons reconnu qu'il est bien préférable d'employer, pour retenir la vapeur d'eau des flacons barboteurs d'Alvergniat à col rodé (flacons de Woolf modifiés avec tubes de Durand), qui peuvent recevoir chacun 500 à 600 grammes d'acide sulfurique pur bouilli.

On prend deux flacons à acide sulfurique (fig. 3) pour absorber la vapeur d'eau contenue dans l'air expiré, puis deux barboteurs à solution concentrée de potasse; enfin un dernier barboteur à acide sulfurique destiné à retenir la vapeur d'eau enlevée à la solution alcaline; l'expérience a montré que ce dernier flacon augmente en général d'un poids égal à la moitié de l'augmentation de poids des deux premiers flacons, ce qui démontre que la tension de la vapeur d'eau émise par la solution alcaline est environ moitié de la tension maxima de la vapeur d'eau à la même température. Les cinq flacons sont réunis par des tubes de caoutchouc assujettis par des

fis fortement serrés. A l'aide d'une trompe T, d'un réservoir à vide V et d'un régulateur d'aspiration à mercure M, on fait circuler à travers l'appareil et bulle à bulle l'air contenu dans le ballon de caoutchouc B qui renferme les 50 litres d'air expiré,

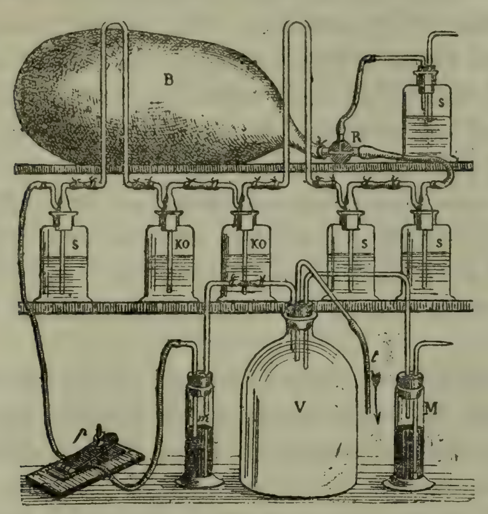


Fig. 3,

et le barbotage établi dans la soirée dure généralement toute la nuit et ne se termine souvent que dans l'après-midi du lendemain ; lorsque le ballon est tout à fait vidé, pour éviter une diminution trop grande de la pression dans l'appareil, on fait rentrer de l'air extérieur d'une manière très simple : le robinet à trois voies R qui est fixé au col du ballon de caoutchouc est uni par un tube à un flacon barboteur contenant de l'acide sulfurique et disposé comme une soupape de Müller; l'air extérieur rentre bulle à bulle à travers l'acide, déplace les gaz contenus dans les premiers flacons et les force à traverser la solution de potasse qui absorbe l'acide carbonique.

Danger de l'absorption. — L'appareil ainsi disposé présente un danger: lorsqu'on le démonte pour faire les pesées, il faut avoir soin de laisser marcher la trompe et de détacher les flacons absorbants en commençant par ceux qui sont le plus éloignés de la trompe, car si l'on opère autrement, c'est-à-dire si on détache d'abord le tube qui mène à la trompe, la pression atmosphérique fait aussitôt passer l'acide sulfurique du

5me flacon dans la potasse du 4me et la potasse du 3me flacon dans l'acide du 2me, d'où résulte aussitôt une explosion d'un ou de plusieurs flacons avec projection d'acide et de potasse, explosion dont nous avons été témoins et dont nous avons pu heureusement nous mettre à l'abri. Pour éviter un pareil accident qui se produirait également si l'eau venait à manquer à la trompe, nous avons intercalé entre les flacons à potasse et ceux à acide sulfurique deux longs tubes de verre recourbés en U dont les branches ont chacune 60 centimètres environ, la partie courbée du tube étant tournée vers le haut. Si, malgré les précautions que nous avons indiquées, on démontait l'appareil de manière à ce que l'absorption ait lieu, la colonne d'acide sulfurique ou de potasse pourrait monter dans le tube en U tenu verticalement mais ne pourrait atteindre le flacon précédent.

Vérification de l'exactitude du dosage. — On peut se demander si l'absoprtion de l'acide carbonique est complète dans cet appareil; il ne serait pas impossible nous a dit M. Cloez dans une visite qu'il fit au laboratoire que les bulles de gaz qui se succèdent assez vite à travers les flacons barboteurs, conservent encore un peu d'acide carbonique d'où résulterait une erreur dans le dosage; pour vérifier s'il en est ainsi, nous avons composé dans un ballon de caoutchouc un mélange très riche en acide carbonique, contenant 2^{l} 100^{cc} de ce gaz et 3^{l} 900^{cc} d'air et nous avons modifié l'appareil en faisant suivre les deux flacons à potasse d'un flacon d'eau de baryte. On fit séparément la pesée de chaque flacon. Quand le barbotage fut terminé le premier flacon de potasse avait augmenté de 3^{gr} 7, poids d'acide carbonique qu'il avait absorbé, le deuxième flacon de potasse avait augmenté de 0^{gr} 037 milligr. et avait absorbé 100 fois moins d'acide carbonique; l'eau de baryte contenue dans le troisième flacon était restée limpide, et ce flacon avait seulement perdu un peu d'eau qui fut retrouvée par la pesée du flacon à acide sulfurique suivant; ainsi se trouve démontrée l'exactitude du procédé de dosage de l'acide carbonique.

Pesée des barboteurs. — Nous avons employé pour faire les pesées une grande balance de Deleuil qui permet d'obtenir le poids de 5 kilogrammes à moins d'un centigramme; nous avons toujours opéré par double pesée; en pesant ensemble

les deux flacons à potasse et le flacon desséchant qui les suit avant et après le passage de l'air du ballon, on obtient le poids d'acide carbonique exhalé.

Mesure du volume de gaz expiré chez l'animal. — Pour recueillir l'air expiré par un chien nous appliquons sur le museau de l'animal une muselière de caoutchouc résistant par dessus laquelle on enroule une corde qui est nouée sous la mâchoire inférieure puis derrière l'occiput pour y fixer des bandes de caoutchouc partant du bord de la muselière; en outre on recouvre celle-ci de trois ou quatre anneaux circulaires de caoutchouc qui, par leur élasticité, complètent la fermeture. Nous avons voulu nous rendre compte de l'exactitude de cette occlusion par l'expérience suivante : Nous faisons circuler à travers les poumons d'un chien par la muselière ainsi appliquée 25 litres d'air mesurés exactement (26^{l},4 du compteur), le second ballon de caoutchouc est rempli; nous faisons passer de nouveau l'air expiré à travers le compteur en unissant le ballon gonflé à l'orifice d'entrée de cet instrument et l'orifice de sortie au tuyau d'aspiration d'une trompe; nous voyons que le compteur marque 24 litres 3, volume qui correspond à 23^{l} 7. Ainsi l'air expiré qui a été refroidi par l'eau de la soupape d'expiration, par l'eau du compteur et par le milieu ambiant, qui a perdu de l'oxigène et reçu de l'acide carbonique, dans les poumons offre une diminution de volume sensible égale à 1^{l} 3. Cette mesure au compteur du volume d'air expiré n'est plus possible lorsqu'il s'agit de doser l'acide carbonique, car l'eau du compteur et de la trompe absorberait presque entièrement ce gaz, aussi nous avons substitué à ce procédé de mesure celui qui a été imaginé par Gréhant pour mesurer le volume des poumons avec l'hydrogène.

La même expérience fut répétée et dans le gaz expiré on introduisit 3 litres d'hydrogène pur et 1^{l} 100^{cc} du mélange homogène obtenu par l'agitation des parois du ballon furent prélevés pour l'analyse eudiométrique que nous allons décrire dans tous ses détails : dans un tube gradué plein d'eau 83 cc. 1 de gaz sont introduits; on ajoute un *morceau* de potasse, on ferme le tube avec un bouchon de caoutchouc et on agite le gaz avec la solution alcaline : le volume se réduit à 81,6, il y avait encore 1^{cc} 5 d'acide carbonique; on fait passer dans un

eudiomètre de Mitscherlich plein d'eau 46^{cc} 4 du gaz dépouillé d'acide carbonique ; après l'étincelle donnée par une bobine d'induction alimentée par trois éléments de pile à acide sulfurique et sulfate de mercure, on trouve 38,6 ; la réduction est 7,8 dont les deux tiers 5,2 représentent l'hydrogène ; on pose la proportion :

$$\frac{46{,}4}{5{,}2} = \frac{81{,}6}{x} ; \text{ d'où } x = 9{,}145 ;$$

mais ce n'est pas le volume 81,6 dépouillé d'acide carbonique qui renfermait 9,145 d'hydrogène, c'est le volume primitif 83 cc. 1 et pour savoir quel est le volume total du mélange qui a reçu 3 litres d'hydrogène, il suffit de résoudre la proportion :

$$\frac{83.1}{9.145} = \frac{y}{3l.} ; \text{ d'où } y = 27 \text{ l. } 26 ;$$

retranchons de ce volume 3 litres d'hydrogène introduits nous trouvons 24^{l} 26 nombre peu différent de 23^{l} 7 qui a été obtenu par la mesure directe du gaz expiré au compteur et qui montre quelle est l'exactitude du procédé de mesure par l'hydrogène.

Mesure du volume de gaz expiré chez l'homme. La mesure par l'hydrogène du volume des gaz expirés ne s'oppose nullement au dosage de l'acide carbonique par la pesée des flacons absorbants, à la condition qu'on ait soin de faire rentrer de l'air pendant un quart d'heure environ, lorsque le ballon est complètement vidé, afin de chasser l'hydrogène qui allégerait les flacons barboteurs. La mesure du volume des gaz expirés, que l'on peut faire de temps en temps chez les animaux est tout à fait indispensable lorsqu'il s'agit de doser l'acide carbonique dans les produits de la respiration de l'homme ; malgré l'application sur le visage d'un masque de caoutchouc construit sur nos indications par Galante, muni de verres à l'endroit des yeux, ce qui effraie moins les malades qu'un masque opaque, et malgré l'emploi de plusieurs circulaires d'une bande de caoutchouc appliqués autour de la tête, nous n'avons pas pu réussir jusqu'ici à obtenir la totalité des gaz expirés par les malades, mais nous avons chaque fois mesuré par l'hydrogène le volume d'air obtenu et rapporté par une proportion le poids d'acide carbonique à un volume d'air expiré égal à 50 litres.

Le masque est mis en communication avec les soupapes de Müller à l'aide d'un tube en verre et d'un tube en caoutchouc.

Nous exposerons les expériences que nous avons faites chez les animaux dans une première partie et dans une seconde les déterminations que nous avons commencées chez des malades.

PREMIÈRE PARTIE

LÉSIONS EXPÉRIMENTALES CHEZ LES ANIMAUX. — DOSAGE DE L'ACIDE CARBONIQUE EXHALÉ.

A. — Broncho-pneumonie expérimentale chez le chien.

Chez un chien du poids de 18 k. 300 nous avons mesuré par le procédé indiqué le poids d'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air inspiré et nous avons trouvé dans une expérience qui a duré 8'10'', 3 gr. 035 d'acide carbonique; une autre détermination répétée quelques jours après sur le même animal a donné en 7'50'' 3 gr. 051 d'acide carbonique, nombre très voisin du précédent.

5 Décembre 1881. — Après avoir découvert la trachée et coupé un seul anneau cartilagineux, on introduit dans les poumons avec une longue sonde de gomme élastique dont l'extrémité dépassait le point de bifurcation de la trachée 6 cc. d'une solution de nitrate d'argent à 1 0/0; la gouttière sur laquelle était fixé l'animal a été placée verticalement pendant l'injection qui ne produisit ni toux ni aucun phénomène appréciable; la température rectale fut trouvée égale à 40°; l'animal détaché parut aussi bien portant qu'auparavant.

Le lendemain 6 décembre. — La température rectale était 40°5; le poids diminué était de 16 k. 545; la respiration était très accélérée, on put compter 84 inspirations et expirations par minute; en 5'10'' l'animal fit circuler dans ses poumons 50 litres d'air qui analysé ensuite, ne contenait plus que 1 gr. 545 d'acide carbonique : il y eût donc une diminution très marquée 3 gr. 051 — 1 gr. 545 égale à 1 gr. 506; il est vrai que le temps mis par 50 litres d'air pour traverser les poumons a été moins grand, égal à 5'10'' au lieu de 7'50'', mais pendant ce dernier temps on trouve par de simples proportions qu'un volume d'air égal à 70 litres aurait circulé dans les poumons et

aurait enlevé 2 gr. 28 au lieu de 1 gr. 545, c'est-à-dire un nombre encore bien inférieur au chiffre normal 3 gr. 051, puisque la différence est 0 gr. 775. Il est donc manifeste que la lésion produite par le nitrate d'argent a diminué le poids d'acide carbonique enlevé aux poumons.

Le 7 décembre. — Le chien paraît moins oppressé, il a mangé à midi; par l'auscultation on entend quelques râles sous-crépitants disséminés dans la poitrine, sans souffle; la température est 40°2, le poids est 16 k. 545; la circulation de 50 litres d'air dans les poumons dure 5 minutes et le poids d'acide carbonique exhalé a été trouvé égal à 1 gr. 648; le nombre des inspirations était de 38 par minute.

Le 8 décembre. — Nouvelle mesure : le même volume d'air circule en 6'20'' et enlève aux poumons 2 gr. 032; en même temps on a compté 28 inspirations par minute et la température était 40°1.

9 Décembre. — Température rectale 39°4; la plaie du cou est en suppuration; on trouve des râles sous-crépitants des deux côtés de la poitrine; l'animal fait entendre une toux rauque : 1 gr. 998 d'acide carbonique a été enlevé au sang par 50 litres d'air en 6'10''.

10 décembre. — Température 39°25. — Poids 17 k. 145. 21 inspirations par minute. Le poids d'acide carbonique augmente encore; il est égal à 2 gr. 445. Les râles sont beaucoup moins nombreux.

Enfin le 12 Décembre, on trouve par l'auscultation la respiration normale, la température est 39°15; le poids de l'animal est de 16 kilos 345; le poids d'acide carbonique exhalé est égal à 3 gr. 04 dans 50 litres d'air qui ont traversé l'appareil respiratoire en 8'7''; ce nombre est identique à celui qui a été trouvé le premier jour; le chien est donc revenu à l'état normal.

PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES

Injection de nitrate d'argent dans les poumons d'un chien (Solution à 1 0/0)

Dates des expériences.		Remarques.	Poids de l'animal.	Poids de l'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air.	Durée de l'expérience.	Nombre de respirations par minute.	Température rectale.
			k. gr.				
30 octobre 1881			18.300	3.035	8'10"		39°3
5 décembre		à 3 heures.		3 051	7 50		
5 décembre		à 5 heures, injection par une sonde introduite par une ouverture faite à la trachée de 6 cc. de solution de nitrate d'argent.					
6	—			1.545	5.10	84	40°5
7	—	râles sous-crépitants.	16.545	1.648	5.	38	40°5
8	—		16.695	2.032	6.20	28	40°1
9	—		17.345	1.998	6.10		39°4
10	—	râles moins nombreux.	17.145	2.445	7.12	21	39°25
12	—	respiration normale à l'auscultation.	16.345	3.04 nombre identique au premier du 30 octobre obtenu avant l'injection de nitrate.	8.7		39°15

Il est facile de voir, d'après ce tableau, que l'élimination de l'acide carbonique a diminué du jour où les lésions broncho-pulmonaires ont été produites. Cette diminution existe soit qu'on la considère par rapport à un même volume d'air circulant à travers les poumons, soit qu'on l'examine par rapport au temps.

On pourrait objecter que la plaie trachéale modifie l'exhalation de l'acide carbonique ; mais l'expérience démontre que l'influence en est à peu près nulle. De plus, dans les autres expériences nous avons évité la plaie trachéale et les résultats ont été les mêmes.

Ce qui achève de démontrer la réalité du fait, c'est l'augmentation graduelle et progressive de l'exhalation de l'acide carbonique à mesure que la lésion guérit : or s'il existait quelque erreur de dosage ou quelque trouble irrégulier dans la fonction pulmonaire, on ne verrait point une régularité semblable, indiquant un phénomène régulier, une loi de physiologie pathologique.

2e SÉRIE D'EXPÉRIENCES

Broncho-pneumonie expérimentale très circonscrite, chronique. — Dosage de l'acide carbonique exhalé.

Une autre série d'expériences faites d'une autre manière sur un petit chien terrier a produit des résultats différents et des lésions chroniques, tandis que dans la série précédente on a observé seulement des phénomènes aigus. Cet animal du poids de 6 k. 300 exécute 25 mouvements respiratoires doubles par minute et fait circuler 50 litres d'air en 12'35"; le dosage de l'acide carbonique donne le nombre 2 gr. 401.

Le lendemain 22 décembre 1881, 50 litres d'air traversent les poumons en un temps beaucoup plus long égal à 19' et reçoivent 3 gr. 322 d'acide carbonique; la température rectale est 39°3.

Nous avons reconnu plusieurs fois qu'il n'y a point proportionnalité exacte entre les poids d'acide carbonique exhalés et les temps employés, le volume d'air restant le même, et nous devons appeler l'attention sur ce point : dans l'exemple précédent, 2 gr. 401 d'acide carbonique ayant été exhalés en 12'35" ou en 755", le poids du gaz exhalé en une seconde aurait été $\frac{2\,\text{gr.}\,401}{755}$ et en 19' ou 1140", 1140 fois plus grand ou $\frac{2\,\text{gr.}\,401 \times 1140}{755}$ = 3 gr. 625, nombre dépassant de 0 gr. 303 le chiffre 3 gr. 322 qui a été trouvé; néanmoins la différence n'est pas très grande.

On maintient largement ouverte la gueule de l'animal et on introduit par la glotte, à l'aide d'un conducteur métallique recourbé, une sonde en gomme élastique par laquelle on injecte 5 cc. de solution de nitrate d'argent à 1 0/0 ; on observe une apnée presque complète pendant que la sonde traverse la glotte; l'animal vomit à plusieurs reprises et présente une toux rauque. Il était facile de voir que la sonde était bien dans les bronches et non dans l'œsophage, car chaque expiration soufflait la flamme d'une bougie placée à l'orifice.

Le lendemain, 23 décembre, la température rectale est de 40°1, le pouls est très fréquent, on trouve dans la poitrine des râles sous-crépitants. En 18 minutes, 50 litres d'air circulent à travers les poumons et enlèvent 1 gr. 856 d'acide carbonique; il y a donc une différence considérable avec le nombre trouvé

avant l'injection du caustique qui est 3 gr. 332 en 19 minutes. Les temps étant presque égaux, la différence en moins est 1 gr. 476.

Le 24 décembre, la température rectale est 40°25, l'animal exécute 33 mouvements respiratoires doubles par minute ; sa toux est rauque quand il arrive au laboratoire, il présente des râles sous-crépitants dans la poitrine, le cœur bat très vite ; 50 litres d'air circulent en 18 minutes et enlèvent aux poumons 2 gr. 328 d'acide carbonique.

Le 26 décembre, le poids du chien est 5 k. 700, la température rectale est égale à 39°7 ; 50 litres d'air circulent à travers les poumons en 20'40'', et le dosage de l'acide carbonique donne 2 gr. 37, nombre un peu plus élevé, mais encore inférieur de 0 gr. 962 au chiffre normal.

Le 27 décembre, la température rectale est plus élevée, 40°7 ; l'animal tousse, l'auscultation de chaque côté de la colonne vertébrale fait reconnaître du souffle à droite et des râles sous-crépitants. Il y a 28 inspirations par minute, 50 litres d'air ont reçu 2 gr. 28 d'acide carbonique.

28 décembre. — Température rectale, 40°15. En 20'40'' le même volume d'air circule et enlève aux poumons 2 gr. 34 d'acide carbonique. Pendant la dernière minute, le chien cesse de respirer, on le fait revenir en comprimant le thorax pour produire la respiration artificielle.

On laisse l'animal au chenil pendant deux mois, il tousse fréquemment, mais cependant il conserve un bon appétit et il engraisse, son poids augmente d'une manière très notable, puisqu'il devient égal à 7 k. 670 le 1er mars 1882. 50 litres d'air enlèvent aux poumons en 12' 1 gr. 72. Comparons ce nombre au premier nombre 2 gr. 40 obtenu en 12'35'', c'est-à-dire en un temps presque égal, et nous voyons que la différence en moins est égale à 0 gr. 681. Ainsi chez cet animal, 68 jours après l'injection de la solution de nitrate d'argent, le poids d'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air est encore diminué dans une forte proportion qui cependant s'est montrée moins grande le lendemain 2 mars, puisqu'en 12'30'' le poids du gaz exhalé a été trouvé égal à 2 gr. 346, nombre voisin de la normale.

Cet animal est sacrifié par section du bulbe. A l'examen né-

croscopique on trouve à la racine des bronches du poumon droit une zone de 2 centimètres de diamètre, grisâtre, affaissée, non crépitante, allant au fond de l'eau, ne s'insufflant pas; sur une coupe à l'œil nu, le tissu est splénisé d'un gris verdâtre. Au microscope, on voit un épaississement scléreux des alvéoles avec quelques cellules épithéliales en voie d'atrophie : il s'agit là d'un noyau de pneumonie chronique.

Injection de nitrate d'argent dans les bronches d'un petit chien terrier (Solution à 1 0/0).

Dates des expériences.	Remarques.	Poids de l'animal.	Poids de CO^2 exhalé dans 50 litres d'air.	Durée de l'expérience.	Nombre de respirations par minute.	Température rectale.
		k. gr.	gr.			
21 déc. 1881	Respiration normale.	6.300	2.401	12' 35"	25	39°3
22 — —	Respiration normale.		3.322	19.	22	
22 — —	Injection de 5 cc. de solution de nitrate d'argent par une sonde introduite par la glotte.			temps plus long.		
23 — —		5.700	1.856	18		40°1
24 — —			2.328	18	33	40°25
26 — —			2.370	20.40	34	39°7
27 — —	Souffle à droite et râles sous crépitants, toux.	5.700	·2.28	18.40	28	40°7
28 — —			2.34	20.40	26	40°15
1er mars 1882	Bronchite chronique, a engraissé cependant mais tousse encore.	7.67	1.72	12		
2 — —			2.346	12.30	24	39°2

Il résulte de ces dosages que l'exhalation de CO^2 s'est fortement abaissée pour un même volume d'air inspiré et pour le même temps; avant cette lésion broncho-pulmonaire la quantité d'acide carbonique était au minimum de 2 gr. 332, tandis que le lendemain elle était de 1 gr. 856, c'est-à-dire 0 gr. 476 en moins.

Lorsque la lésion est considérable, s'il existe sur une plus grande étendue une dissémination des altérations, l'élimination de l'acide carbonique est plus faible; mais si la lésion est circonscrite l'élimination de l'acide carbonique se rapproche de la normale.

Dans la série des recherches précédentes, le 23 décembre, l'acide carbonique a diminué parce qu'un grand nombre de

bronches étaient atteintes, mais peu à peu la lésion broncho-pulmonaire s'est localisée, les autres parties guérissant (l'auscultation qui le 23 décembre révélait des râles étendus ne permettait plus de découvrir que quelques râles bien circonscrits le 1er mars), on voit alors le chiffre de l'acide carbonique se rapprocher de la normale sans l'atteindre.

Une modification de l'exhalation de l'acide carbonique est encore à noter dans ces lésions circonscrites chroniques, c'est l'inégalité de l'élimination de l'acide carbonique : le 1er mars la quantité de CO^2 est de 1 gr. 72, le lendemain le poids de CO^2 s'est élevé à 2 gr. 346, chiffre normal.

Au point de vue clinique, lorsqu'on soupçonnera une lésion pulmonaire, il faudra donc faire plusieurs dosages afin de constater cette inégalité qui indiquera : 1° l'existence d'une altération broncho-pulmonaire ; 2° une lésion circonscrite si les écarts entre les poids de l'acide carbonique exhalé ne sont pas trop considérables. — Enfin l'augmentation du poids de l'acide carbonique dans le cas d'une lésion broncho-pulmonaire traduit une atténuation des accidents.

3me SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Broncho-pneumonie expérimentale chez un chien. — Dosage de l'acide carbonique exhalé.

Le mardi 13 décembre 1881 on fait inspirer et expirer 50 litres d'air en 10'55'' à un chien du poids de 16 k. 045, ayant une température rectale de 39°6, 8 inspirations et expirations par minute.

La pesée des flacons de Woolf après barbottage donne 3 gr. 923 pour le poids de l'acide carbonique exhalé en 10'55''.

Le lendemain 14 décembre on détermine une seconde normale, la température rectale est de 39°6, on fait respirer 50 litres d'air en 8'30'', les respirations sont de 12 à 13 par minute. La pesée donne 3 gr. 787.

A 5 h. 15' on injecte 8 cc. d'une solution de nitrate d'argent à 1 0/0 dans les bronches ; on introduit par la glotte une sonde qui sert pour faire pénétrer la solution dans les tuyaux bronchiques. On est sûr que la sonde était bien dans les bronches, car au moment de l'expiration l'air qui la traversait faisait

osciller la flamme d'une bougie; après l'injection il ne restait pas de liquide dans la sonde.

Trois jours après, un nouveau dosage de l'acide carbonique dans 50 litres d'air donne 2 gr. 10, la température rectale était de 39°7, l'animal avait respiré en 13'20" : l'auscultation révèle des râles sous-crépitants marqués surtout à droite.

Ici encore la diminution de l'exhalation de l'acide carbonique est manifeste. L'autopsie du chien démontre l'existence de points d'hypérémie disséminés surtout dans le poumon droit.

4me SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Influence de l'inanition sur l'exhalation de l'acide carbonique.

Comme on pourrait objecter que la diminution de l'acide carbonique tient à l'inanition des chiens en expérience et non pas à la lésion broncho-pulmonaire, nous avons soumis ces animaux à une privation d'aliments pendant six jours. Voici des chiffres qui sont significatifs.

Le 15 avril nous soumettons à l'inanition une chienne blanche avec taches jaune fauve; son poids est de 11 k. 270; nous faisons circuler 50 litres d'air à travers ses poumons en 17 minutes; le poids de l'acide carbonique est de 2 gr. 72.

Le 17 avril, même circulation de 50 litres d'air, l'élimination de l'acide carbonique est de 2 gr. 57, c'est-à-dire qu'après deux jours d'inanition l'acide carbonique a peu varié, il a diminué seulement de 0 gr. 15. Or, dans nos expériences, c'est le lendemain, parfois le jour même, que la diminution de l'acide carbonique se fait sentir, et dans de notables proportions, puisqu'il se fait un abaissement de moitié ou des 2/3.

Le 19 avril l'élimination de l'acide carbonique est de 2 gr. 36 ou 0 gr. 21 moins que l'avant-veille, ou 0 gr. 36 moins qu'au début.

Après quatre jours d'alimentation copieuse, le 25 avril, la quantité d'acide carbonique exhalé remonte à 2 gr. 92 pour varier les jours suivants entre 2 gr. 80 et 2 gr. 85. En supposant que le nombre ait été de 2 gr. 92 au début, l'inanition en 2 jours n'aurait produit qu'un abaissement de 0 gr. 35, chiffre beaucoup inférieur à celui que nous obtenons en 24 heures, ou même après quelques heures de lésions expérimentales.

Nous concluons donc que la diminution de l'acide carbonique ne tient pas à l'inanition, mais est réellement due aux altérations broncho-pulmonaires.

5e SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Mécanisme de l'exhalation diminuée. — Pourquoi et comment se fait-il que dans des phlegmasies expérimentales du poumon, qui s'accompagnent de fièvre, on voit une diminution dans le rejet de l'acide carbonique? C'est là un problème que nos recherches permettent de résoudre.

Nous avons entrepris une cinquième série d'expériences pour rechercher si la lésion pulmonaire produite par l'injection de nitrate d'argent et dont l'effet manifeste est de diminuer le poids d'acide carbonique exhalé ne produit pas une accumulation d'acide carbonique dans le sang.

Chez un chien du poids de 10 kil. 77, nous avons fait circuler à travers les poumons 50 litres d'air en 19 minutes; en dosant l'acide carbonique exhalé, on trouve que 50 litres d'air expiré ont reçu 2 gr. 66 d'acide carbonique.

On prend alors par la veine jugulaire gauche, du côté du cœur, à l'aide d'une longue sonde en plomb, avec une seringue dont le volume intérieur est égal à 26^{cc}, un volume de sang veineux rouge sombre, double de celui-ci, égal à 52^{cc}; on a eu soin d'aspirer d'abord un peu de sang et de le rejeter pour remplir de sang l'espace nuisible. Aussitôt aspiré, le sang est injecté par le robinet de la pompe à mercure dans l'appareil de Gréhant, absolument vide d'air qui sert à l'extraction des gaz du sang. Afin d'obtenir la totalité de l'acide carbonique du sang, on fait beaucoup durer l'extraction, le récipient étant immergé dans un bain d'eau à 40°, température maintenue par un régulateur de d'Arsonval, on recueille dans une première cloche, en 20 minutes de manœuvres, $33^{cc}6$ de gaz et le vide absolu.

Analyse : $33^{cc}6$ de gaz

Potasse.	8.6	d'où	$25^{cc}0$ acide carbonique
Acide pyrogallique . .	1.5	—	7.1 oxygène
			1.5 azote

Au bout de 20 minutes d'attente, on obtient une seconde fois, par 4 mouvements de pompe :

	33cc55 de gaz	
Potasse.	0.75 d'où 2cc8	acide carbonique
Acide pyrogallique . .	0.05 — 0.7	oxygène

Enfin, en maintenant encore pendant trois heures le vide et la température de 40°, on recueille dans une troisième cloche 0cc2 de gaz.. . 0cc 2 de gaz

Potasse. . .	0.05	0cc15 . .	acide carbonique

Ainsi la totalité de l'acide carbonique est égale à 27cc95, rapportant ce volume à 100cc de sang, on trouve 53cc75 de gaz. La température étant 18°5 et la pression 770, le coefficient de correction par lequel il faut multiplier ce volume est 0,92675, ce qui donne pour 100cc de sang veineux chez l'animal sain, 49,8 d'acide carbonique sec à 0° et à la pression de 760mm.

Le lendemain, 10 mai, on fait une injection par la glotte et dans la trachée de 7cc de solution de nitrate d'argent à 1 pour cent. L'animal observé ensuite ne mange pas.

Le 13 mai le poids du chien est 10 kil. 170. On fait respirer 50 litres en 22', il y a 15 respirations par minute ; la température rectale est 40° ; le poids d'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air est égal à 1 gr. 89 ; il a diminué de 2 gr. 66,— 1 gr. 89 = 0 gr. 77.

Le même jour on fait dans la veine jugulaire droite une seconde prise de 52cc de sang dont on extrait les gaz en se plaçant exactement dans les mêmes conditions que dans l'analyse précédente, on obtient en totalité 25cc45 d'acide carbonique à 18°5 et à la pression de 765,8, ce qui fait pour le volume corrigé, le coefficient de correction étant 0,9216, 23cc45 ou pour 100c de sang 45cc1 d'acide carbonique, nombre inférieur au précédent et qui montre que, loin de s'accumuler dans le sang à la suite de la lésion pulmonaire, l'acide carbonique est en diminution dans ce liquide, ce qui indique que la production de ce gaz, dans tout l'organisme, est également diminuée.

Nous concluons donc que les altérations broncho-pulmo-

naires ne déterminent point une sorte de barrage, une gêne mécanique à l'issue des gaz, puisqu'on ne trouve pas d'accumulation d'acide carbonique dans l'appareil circulatoire.

Il est donc rationnel d'admettre que la lésion retentit sur l'organisme, peut-être par l'intermédiaire du système nerveux, pour atténuer les phénomènes chimiques de la nutrition intime des tissus; la comparaison des gaz du sang avant et après les lésions locales plaident en faveur de cette pathogénie.

6me SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Pleurésie expérimentale chez le chien.

Nous avons déterminé chez le chien par injection d'huile neutre dans la plèvre une inflammation de cette membrane, afin de rechercher si la pleurésie avec épanchement modifie l'exhalation pulmonaire de l'acide carbonique.

Le 31 mars 1882 on injecte dans la cavité pleurale, à l'aide d'un trocart et d'une seringue munie d'un robinet à trois voies, 140cc d'huile; mais avant l'injection on a fait circuler dans les poumons 25 litres d'air en 4'15'', on mesure par l'analyse eudiométrique le volume d'air expiré, et en calculant par une simple proportion le poids d'acide carbonique que 50 litres d'air expiré auraient contenu, on trouve pour la normale 3 gr. 77. Pendant l'injection, surtout à la fin, l'animal s'est agité, mais on n'a pas vu sortir d'huile de la plèvre par la petite ouverture qui a été faite à cette membrane et aux parois thoraciques.

On fait respirer de nouveau 25 litres d'air, mais cette fois la mesure dure 3'30''. En dosant l'acide carbonique dans l'air expiré et en cherchant le poids que 50 litres d'air expiré auraient contenu on trouve 3 gr. 67. Ainsi le liquide introduit autour du poumon n'a pas immédiatement modifié le poids d'acide carbonique exhalé.

L'autopsie faite quelques jours après, nous montre la plèvre droite remplie par un épanchement purulent d'un litre dans lequel nagent des flocons albumino-fibrineux et des gouttelettes de graisse, la séreuse était tapissée par un exsudat séro-membraneux à surface libre frangée; des parties adhérentes de l'exsudat on voyait flotter dans le liquide une foule de fila-

ments; la plèvre avait donc secrété au moins 860 gr. de liquide purulent. La plèvre gauche ne contenait qu'un exsudat solide pseudo-membraneux sans épanchement de liquide.

Dans ce cas, la compression mécanique n'a produit immédiatement après l'injection qu'une bien faible diminution dans l'exhalation de l'acide carbonique; pour que le poids diminue, il semble donc nécessaire que la lésion ait retenti sur l'organisme; la gêne mécanique joue un rôle bien secondaire.

7me SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Pleurésie expérimentale chez le chien.

Le 26 avril 1882 on injecte chez un chien du poids de 9 k. 940, 210cc. d'huile dans la plèvre droite : la respiration s'accélère et des frissons se produisent; une demi-heure après la température rectale est 39°9. A l'auscultation on n'entend que la respiration en arrière et point de souffle. 25 litres d'air circulent à travers les poumons en 5'15" et le poids d'acide carbonique trouvé puis calculé pour 50 litres d'air expiré est égal à 2 gr. 65.

Le lendemain 27 avril, 19 heures après l'injection d'huile, l'animal n'a pas mangé. La température est 39°5, à l'auscultation on trouve quelques râles sous-crépitants. L'animal fait circuler 25 litres d'air à travers les poumons en 11 minutes, temps beaucoup plus long, le dosage de l'acide carbonique donne 3 gr. 94 pour 50 litres d'air expiré; si l'on compare ce nombre au précédent 2 gr. 65 on le trouve plus grand; mais il faut remarquer que tandis que les durées des deux déterminations sont entre elles presque comme 1 est à 2,5'15" ou 315" et 11' ou 660", si l'on admet la proportionnalité entre les poids d'acide carbonique exhalé et les temps, au lieu de 2 gr. 65 les poumons auraient exhalé en 660" 5 gr. 55, nombre plus grand que celui qui a été trouvé égal à 3 gr. 94.

Le 28 avril l'animal respire 25 litres en 6'15" et on trouve qu'il a exhalé 2 gr. 02 d'acide carbonique dans 50 litres d'air expiré, ainsi, quoique le temps soit plus long que dans la première mesure, le poids d'acide carbonique exhalé est moindre de 0 gr. 63.

Le 2 mai, la respiration est accélérée et anxieuse; l'animal

meurt pendant que l'on fait circuler 25 litres d'air dans ses poumons ; la température rectale est 39°5, celle du cœur est la même.

A l'autopsie, on trouve une pleurésie purulente à droite avec un épanchement qui remplit la cavité pleurale droite ; à gauche on trouve des fausses membranes purulentes sans épanchement ; rien dans le péricarde ni dans les autres organes.

8me SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Pleurésie expérimentale chez un chien de 11 kilogr. avec injection d'huile.

Dates des expériences.	Remarques.	Poids d'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air.	Durée de l'expérience.	Nombre de respirations en une minute.	Température rectale.
		gr.			
22 avril 1882	Bien portant.	2.82	12'	10	39.5
25 — —	Avant l'injection.	2.71	13'	11	39°6
25 — —	Une heure après l'injection.	2.44	16'	18	39°7
27 — —	Frottements pleuraux simulant des bouffées de râles crépitants.	0.425	19'	22	39°3
28 — —	L'épanchement est très net.	1.04	15'	24	39°5

Dans ce cas encore l'exhalation de l'acide carbonique a peu diminué, une heure après la compression du poumon par le liquide injecté. C'est surtout 48 heures après l'épanchement artificiel que le rejet de l'acide carbonique présente un abaissement considérable. L'effet mécanique a été léger, la phlegmasie a retenti d'une manière notable sur l'exhalation de l'acide carbonique.

9me SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Pleurésie expérimentale chez un chien. — Injection de poudre de cantharides. — Dosage de l'acide carbonique exhalé.

Le 23 mars on fait circuler en 17 minutes à travers les poumons d'un chien blanc à longs poils 50 litres d'air afin de pouvoir doser l'acide carbonique rejeté dans l'air expiré.

Le soir même, à 4 h. 50', on injecte dans la plèvre droite 0 gr. 10 centigr. de poudre de cantharides dans 40cc d'eau distillée : la respiration qui était avant à 12 s'accélère et devient 18 et 20 ; la température reste la même.

Le 24 la dyspnée est évidente, l'animal ne s'est pas alimenté, est triste, blotti dans un coin ; la palpation thoracique fait percevoir de petites vibrations, et l'auscultation révèle qu'il s'agit de frottements pleuraux superficiels, arrivant par bouffées et ayant la plus grande analogie avec les râles de pneumonie.

Le 30 et le 31 on perçoit de la matité, les frottements diminuent, l'oppression augmente; il est facile de le constater aux mouvements des flancs, à leur amplitude, aux dépressions sous-costales.

Dates des dosages.	Remarques.	Poids de l'animal	Poids de CO^2 exhalé dans 50 litres d'air.	Durée de l'expérience.	Nombre de respirations par minute.	Température rectale.
23 mars 1882	Respiration normale après injection de poudre de cantharides dans la plèvre droite	k. 15.170	gr. 2.623	17'	12	39°2
24 — —		même poids	1.516	16'	20	38°9
30 — —	Léger épanchement pleural.	15 070	1.210	15' 40"	24	39°
31 — —	L'épanchement augmente.	15	1	16' 20"	28	39°4

L'animal succombe dans la nuit. On voit nettement, d'après ces résultats, que le poids de l'animal restant à peu près le même, la durée de l'exhalation de l'acide carbonique étant semblable, le rejet d'acide carbonique diminue dans de fortes proportions lorsque l'on produit une pleurésie expérimentale.

De ces nombreuses recherches découlent les conclusions suivantes :

1° Le procédé de dosage de l'acide carbonique, décrit au début de ce travail, donne des résultats très exacts, puisqu'un même animal élimine par ses poumons des quantités d'acide carbonique presque identiques lorsqu'il est placé dans les mêmes conditions; nous dosons l'exhalation de l'acide carbonique pendant plusieurs jours de suite.

2° Les lésions expérimentales bronchiques, pulmonaires, pleurales, même avec fièvre, diminuent la quantité d'acide carbonique rejeté.

3° Lorsque la lésion diminue ou passe à l'état de phlegmasie chronique, la quantité de l'acide carbonique exhalé s'accroît, se rapproche de la normale sans l'atteindre. Au moment où la guérison est complète, la quantité d'acide carbonique éliminé

remonte au chiffre physiologique. On possède donc ainsi une mesure pour apprécier quel est l'état de la lésion viscérale.

4° Le mécanisme de cette diminution d'acide carbonique exhalé sous l'influence des altérations expérimentales, ne consiste pas en une sorte de barrage pulmonaire, la lésion retentit probablement par l'intermédiaire du système nerveux et des lésions dyscrasiques secondaires, sur les éléments de l'organisme pour produire des diminutions de la nutrition générale : les dosages des gaz du sang avant, pendant et après plaident en faveur de cette pathogénie.

DEUXIÈME PARTIE

RECHERCHES FAITES CHEZ LES MALADES ATTEINTS D'AFFECTIONS THORACIQUES.

Les données précédentes de physiologie pathologique trouvent leur application en clinique : nous verrons en effet que les maladies thoraciques se comportent pour l'exhalation de l'acide carbonique, comme les lésions produites expérimentalement.

Nous avons seulement commencé cet ordre de recherches dans divers états morbides. Pour faire ces déterminations, nous avons appliqué sur la face des malades un masque de caoutchouc construit sur nos indications par Galante et qui, au niveau des yeux, présente deux fenêtres de verre enchâssées dans le caoutchouc; de cette manière, les malades ne sont pas plongés dans l'obscurité et respirent plus facilement sans anxiété. Ce masque est fixé derrière l'occiput et assujetti par plusieurs circulaires de bandes de caoutchouc enroulées sur le sommet de la tête, sur les parties latérales et sous le menton; le masque se termine par un tube de caoutchouc de 2 centimètres de diamètre communiquant par un tube en T avec deux flacons ou soupapes de Müller et deux ballons, l'un contenant 25 litres d'air devant servir à l'inspiration; l'autre destiné à recevoir les produits de l'expiration.

Nos premières expériences faites chez l'homme nous ont montré que, malgré toutes les précautions prises dans l'adaptation du masque, le volume du gaz expiré dans le deuxième ballon est toujours bien inférieur au volume réel qui est sorti des poumons, c'est au moment de l'expiration que l'air s'échappe

en petite quantité; au moment de l'inspiration, au contraire, le masque s'applique parfaitement sur toutes les inégalités que présente l'ovale de la tête. Il est donc absolument nécessaire de mesurer par l'hydrogène et par l'eudiomètre le volume des gaz expirés, avant de les soumettre à l'analyse qui fera connaître le poids d'acide carbonique exhalé, connaissant le poids contenu dans le volume d'air expiré dans le ballon, nous cherchons par une simple proportion le poids d'acide carbonique qui aurait été exhalé dans 50 litres d'air expiré.

Comme plusieurs dosages, à l'état pathologique, ont été faits chez des vieillards, il était utile d'apprécier chez eux, à l'état physiologique, d'après notre méthode, la quantité de l'acide carbonique éliminée dans 50 litres d'air et dans un temps donné.

État physiolologique

Observation I. — *Dosage de l'exhalation de l'acide carbonique chez une femme de* 61 *ans, respirant bien, sans essoufflement, n'ayant que quelques désordres mentaux.*

Mme veuve T..., âgée de 61 ans (hospice des ménages), respire le 20 mars 1882, d'après la méthode indiquée dans le mémoire ci-dessus.

On établit le barbottage le soir à 5 h. 20', il est terminé le 21 mars à 3 h. 1/2 de l'après-midi; on fait passer l'air du laboratoire pendant un quart d'heure avant la pesée.

18 litres 680 traversent les flacons de Woolf et donnent 0 gr. 62, d'où pour 50 litres d'air expiré 1 gr. 659 d'acide carbonique rejeté en 13'40". On verra que l'exhalation de l'acide carbonique chez cette femme et chez la femme qui a servi à l'observation suivante, sont à peu près semblables. Ces chiffres sont inférieurs à ceux que l'on obtient chez l'adulte pour un même temps et pour un même volume d'air expiré.

Observation II. — *Dosage de l'exhalation de l'acide carbonique chez une femme âgée de* 87 *ans, bien portante.*

L..., âgée de 87 ans, salle Léger, n° 36, aux Ménages.

Le 7 mars on fait le dosage de l'acide carbonique, le volume de gaz expiré est déterminé à l'aide de l'analyse eudiométrique, on établit ainsi que 19 litres 88 de gaz circulent à travers les barboteurs de Woolf.

La pesée avec la balance de Deleuil donne 1 gr. 61 pour le poids d'acide exhalé en 14'15", le nombre des respirations étant de 16 par minute. Ce

chiffre 1,61 est plus faible que celui qu'on obtient chez un individu adulte du même poids.

D'après ces résultats, il est facile de voir que l'exhalation de l'acide carbonique diminue chez les personnes âgées.

Etat pathologique

OBSERVATION III. — *Pleurésie avec épanchement séro-fibrineux à droite.— Dosage de l'acide carbonique exhalé avant et après la thoracentèse. — Guérison.*

La nommée N..., âgée de 30 ans, infirmière, entre le 12 février 1882 à l'infirmerie de l'hospice des Ménages, salle Léger, lit n° 21.

Rien de pathologique du côté des parents. Pas d'antécédents tuberculeux dans sa famille. Bronchite il y a quatre ans, qui a duré trois semaines, et pour laquelle on a appliqué un vésicatoire. Crachats sanguins à la même époque. L'année dernière, bronchite qui a persisté pendant quinze jours. Elle a toussé pendant tout l'hiver de 1881, sans amaigrissement notable. Depuis deux mois la toux est devenue plus fréquente, et s'est accompagnée d'une douleur dans la région dorsale.

La maladie a débuté d'une manière insidieuse, il y a un mois : pas de frisson net, mal à la tête, pas de fièvre, toux sèche, quinteuse, fatigante. Point de côté à droite, bien limité, qui a duré vingt jours, sans oppression. La malade a perdu l'appétit, les forces, et s'est alitée depuis trois semaines.

Il y a huit jours, elle a vomi à la suite d'efforts de toux; à l'auscultation on trouve un souffle pleurétique au niveau de l'épine de l'omoplate à droite. Egophonie légère. Matité dans la moitié inférieure du poumon droit et en arrière.

Le point de côté, la toux continuant ainsi que l'insomnie et les vomissements, la malade se décide à entrer à l'infirmerie.

Etat actuel, 13 février 1882 : Pouls régulier. Toux fréquente, surtout lorsqu'on fait changer la malade de position; cette toux sèche, quinteuse, s'accompagne d'oppression; en dehors des quintes pas de dyspnée.

Le point de côté s'est beaucoup atténué; à *la percussion* : sonorité normale en arrière et à gauche; à droite bruit skodique dans la fosse sus-épineuse; au-dessous matité absolue.

A l'*auscultation* : à droite, en avant, au sommet et dans la fosse sous-épineuse, diminution du murmure respiratoire ; dans le tiers inférieur de la poitrine, silence absolu.

A gauche : au sommet, respiration légèrement supplémentaire; vers la racine des bronches, souffle aigre assez étalé, sans râles; ce souffle s'entend sur une plus grande étendue après la toux. Le foie et le cœur occupent leur situation normale.

14 février : T = 38°2.

15 février : Pouls 116; T = 37°6; à beaucoup toussé. Vomissements alimentaires. Dyspnée dans la nuit. Sonorité jusqu'à quatre travers de doigt au-dessous de la clavicule droite.

16 février : Pouls 84. T = 37°2.

Urine des 24 h. 280cc. — Urée 8 gr. 90.

17 février : T = 37°6. Langue légèrement jaunâtre.

18 février : Toujours silence respiratoire dans le tiers inférieur droit en avant. Matité absolue en arrière et à droite. Souffle à la racine des bronches à droite.

20 février : Accès de dypsnée dans la nuit. T' = 37°2.

23 février : Thoracentèse. 1600 gr. de liquide citrin limpide. T = 37°8.

24 février : Pas de souffle. Respiration un peu affaiblie, les accès de suffocation ne se sont pas reproduits. La nuit a été calme. La respiration s'entend dans les deux tiers supérieurs de la poitrine.

A partir du 25, la pleurésie entre en résolution ; les urines augmentent de quantité et oscillent pendant huit jours entre 2300 et 1800 grammes.

Le 23 mars, la percussion dénote un son beaucoup moins mat vers la base ; en ce point la respiration ne s'entend pas encore ; ailleurs on perçoit des frottements qui simulent des râles crépitants.

3 avril : La respiration s'entend partout, excepté dans le cinquième inférieur droit où elle reste encore un peu obscure ; la malade est en pleine convalescence.

13 avril : Légère bronchite qui persiste pendant huit jours seulement.

Tableau indiquant les variations de l'acide carbonique exhalé avant et après la thoracentèse.

Dates des dosages.	Remarques cliniques.	Poids de l'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air.	Durée de l'expérience.	Nombre de respirations par minute.	Température vaginale.
20 février 1882	Grand épanchement pleural droit avec matité absolue dans les deux tiers inférieurs de la poitrine.	gr. 0.396	8'30"	24	37°2
22 — —	Depuis plusieurs nuits, légers accès de suffocation.	0.42	8'	22	37°6
23 — —	Thoracentèse, on retire 1600 gr. de liquide citrin. La respiration s'entend dans les deux tiers supérieurs de la poitrine.	1.716	8'20"	24	37°4
25 mars 1882	Ce qui restait de liquide se résorbe graduellement.	2.27	7'30"	20	37°4
3 avril 1882	La respiration ne reste obscure que dans le 1/5 inférieur ; la malade est en pleine convalescence.				
13 — —	Le 10 avril, bronchite aigüe.	1.08	8'30"	22	

Il est facile de voir que la thoracentèse en favorisant la résolution de la pleurésie, a eu pour effet d'augmenter l'exhalation de l'acide carbonique, qui se rapproche du chiffre normal à une époque où tous les symptômes font admettre la convalescence de l'affection pleurale ; on peut conclure que notre procédé de

dosage peut servir à mesurer non seulement l'aggravation, mais encore les améliorations, enfin la guérison complète lorsque la quantité de CO^2 est normale. Chez notre malade il est survenu une bronchite, immédiatement le dosage a traduit cette légère complication par une diminution de CO^2 exhalé.

Observation IV. — *Emphysème pulmonaire chez un vieillard de* 78 *ans.* — *Dosage de l'acide carbonique.*

9 mars. — Cet homme présente les déformations thoraciques de l'emphysème, la respiration est humide, légèrement sifflante, plaintive à l'expiration, affaiblie dans toute la poitrine ; la percussion dénote un son tympanique et le malade est dyspnéïque depuis 15 ans. Aucun bruit de souffle cardiaque, pas d'œdème des membres inférieurs, pas d'albumine dans les urines. On le fait respirer dans les ballons ordinaires à l'aide de soupapes de Müller.

9 litres 038 de gaz expiré traversent les flacons à potasse : on trouve que l'exhalation de l'acide carbonique pour 50 litres d'air est seulement de 0 gr. 561, chiffre bien faible si on le compare à 1 gr. 61 que nous considérons comme à peu près normal. On peut conclure que dans l'emphysème bien accentué l'exhalation de l'acide carbonique diminue très notablement.

Observation V. — *Pneumonie lobaire aiguë gauche* (*lobe inférieur*) *chez une femme de* 71 *ans.* — *Dosage de l'acide carbonique.* — *Guérison.*

La femme P... est entrée à l'infirmerie des ménages le 18 décembre, salle Léger, lit n° 4.

Elle a eté prise en pleine santé de malaise, de diarrhée, de fatigue sans point de côté, et obligée de s'aliter le deuxième jour de sa maladie, le 17 décembre. Avant cette époque elle ne toussait pas, n'avait aucune gêne pour respirer.

A son entrée elle accuse de la dyspnée, une certaine oppression thoracique sans douleur intense. La température est de 39°2, le nombre des respirations est de 30 par minute. La percussion dénote une submatité en arrière à la base du poumon gauche dans le tiers inférieur. L'auscultation révèle une expiration soufflante dans ces mêmes points, et lorsque la malade tousse on entend des bouffées de râles crépitants : les crachats sont visqueux, peu abondants, non colorés; les urines sont fébriles, sans albumine : l'existence de la pneumonie aiguë n'est point douteuse. Le traitement consiste en potion de Todd, extrait de quinquina, ventouses sèches et révulsifs.

Depuis cette époque jusqu'au 29 décembre la fièvre persiste, la pneumonie s'étend à la région moyenne du poumon, les phénomènes dyspnéïques s'accentuent, en même temps que survient un affaiblissement extrême. Cependant le 28 la température était encore à 39°, le 29 à 38°8, les jours suivants elle diminue; la convalescence a été longue et traînante, l'anémie secondaire était très accusée, néanmoins le 5 janvier l'amélioration était notable au point de vue des phénomènes généraux (température 37°6). A sa sortie de l'infirmerie le 10 mars, cette femme pouvait aller et venir dans la salle et avait à peu près recouvré sa santé antérieure.

Dates des dosages.	Remarques cliniques.	Poids d'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air.	Durée de l'expérience.	Nombre de respirations par minute.	Température vaginale.
21 décembre 1881	Râles crépitants. Souffle tubaire à gauche tiers inférieur.	gr. 0,38	9'10"	30	39°2
22 — —	Le souffle s'étend à la partie moyenne du poumon gauche.	0.41	10'5"	28	39°
25 — —	Mêmes signes. Les jours suivants la résolution s'opère lentement.	0.40	9'30	26	38°9
5 janvier 1881		1.1	8'45	20	37°6

Observation VI. — *Pneumonie aiguë avec bronchite chez une femme de 70 ans. — Guérison. — Dosage de l'exhalation de l'acide carbonique.*

G... entrée à l'infirmerie des Ménages au n° 36, salle Léger, le 12 décembre 1882. Son affection a débuté brusquement le 9 décembre, en bonne santé. Elle a ressenti une douleur forte dans le côté gauche sous le sein, puis sont survenus des frissonnements qui ont duré trois heures, des nausées sans vomissements. La toux est fréquente et est suivie d'expectoration jaunâtre.

14 décembre. — On constate sur les parties latérales et en arrière du poumon gauche un souffle tubaire peu intense dans une étendue de cinq centimètres. Lorsqu'on fait tousser la malade on entend quelques bouffées de râles crépitants. Dyspnée assez vive.

16 décembre. — Mêmes signes physiques, la malade se sent moins fatiguée, la dyspnée est moins violente, poussée d'herpès labial.

17 décembre. — Les râles sont beaucoup plus nombreux, le souffle est très léger, il consiste plutôt en une expiration soufflante qu'en un vrai souffle.

20 décembre. — On ne constate plus de souffle, on entend encore quelques râles sous-crépitants cantonnés en arrière et à gauche dans le point où existait le souffle.

26 décembre. — La malade se sent bien, l'appétit est bon, les forces reviennent lentement.

Dates des dosages.	Remarques cliniques.	Poids d'acide carbonique exhalé dans 50 litres d'air.	Durée de l'expérience.	Nombre de respirations par minute.	Température vaginale.
14 décembre 1881	Râles crépitants classiques, souffle tubaire à gauche.	gr. 0.190	11'	28	39°2
16 — 7e jour.	Mêmes signes plus étendus.	0.210	9'5"	30	38°4
17 décembre 1881.	Râles sous-crépitants. Le souffle est à peine appréciable.	0.910	8'25"	22	37°8
26 — —	Les râles ont diminué.	1.05	8'20"	20	37°2

L'élimination de l'acide carbonique a donc été plus faible dans la période d'hépatisation de la pneumonie qu'à sa phase de défervescence : encore ici nous assistons à une augmentation graduelle coïncidant avec l'amélioration

de l'état morbide. Il y a donc équivalence entre les deux termes; partant le dosage de l'acide carbonique exhalé peut servir au pronostic de la lésion.

CONCLUSIONS.

1° La pleurésie avec épanchement fébrile ou non, détermine une diminution de l'acide carbonique éliminé. Après la thoracentèse la quantité de l'acide carbonique rejeté s'accroît. La résolution s'annonce toujours par une augmentation de l'acide carbonique exhalé.

2° En mesurant à l'aide de notre procédé l'élimination de l'acide carbonique, il est possible de savoir si la médication suivie est efficace ou sans effet.

3° Lorsque des accidents broncho-pulmonaires se produisent dans la pleurésie, le dosage de l'acide carbonique les traduit aussitôt par une décroissance dans l'exhalation.

4° L'emphysème pulmonaire amène également une diminution de l'acide carbonique rejeté.

5° Il en est de même dans les cas de pneumonie lobaire aiguë, broncho-pneumonie; on est averti de la résolution de la maladie par l'augmentation d'acide carbonique exhalé.

Ce procédé d'investigation permet donc de reconnaître avec une grande précision comment le poumon fonctionne, fait important en clinique au point de vue du diagnostic et du pronostic.

Les recherches de physiologie pathologique que nous venons d'exposer ont été faites au Muséum d'histoire naturelle dans le laboratoire de physiologie générale dirigé par M. le Professeur Rouget.

DES

TERMINAISONS VASCULAIRES

DANS LA RATE DES SÉLACIENS

Par G. POUCHET

(PLANCHE XXVIII.)

Les Sélaciens, en raison de la dimension de leurs éléments anatomiques, nous avaient paru particulièrement propres à l'étude de la structure interne de la rate. Elle nous a présenté là, d'ailleurs, des particularités qui, à notre connaissance du moins, n'ont pas encore été décrites (1).

Chez beaucoup de Squales, la rate, extraordinairement volumineuse, est constituée par la réunion d'un nombre considérable de lobes mesurant depuis le volume d'un petit pois jusqu'à celui d'une grosse amande. Elle n'a pas toutefois cette complication chez le Chat de mer (*Scyllium catulus* Cuv.), où nous l'avons particulièrement étudiée. L'organe occupe la place qu'il a généralement chez les Plagiostomes, à l'extrémité de l'estomac. Sa forme est grossièrement celle d'un chapeau à deux cornes qui coifferait cette extrémité. Toutefois, une des cornes se prolonge le long de l'intestin et remonte presque jusqu'à l'origine du gros intestin. Vers sa base, ce prolongement est un peu étranglé : c'est le passage à la disposition qu'on observe chez l'Ange (*Squatina angelus* Blain), où nous avons trouvé, sur un seul individu, il est vrai, observé par nous, deux rates complètement distinctes.

La masse principale de la rate du *Scyllium catulus* est desservie par une artère et une veine spléniques intimement accolées, descendant en arrière de l'intestin où ces vaisseaux suivent un long parcours. L'artère est extrêmement grêle, la veine est friable. On peut s'assurer qu'elle reste en tout temps pleine de sang et à peu près turgide.

(1) Les terminaisons dont il est ici question, ont été déjà figurées d'après des dessins que nous avions communiqués à M. Lafont pour un travail de celui-ci. (Voy. *Revue internationale des sciences*, LVIII, 1878.)

Les deux cornes de la rate et son prolongement sont desservis par de petites artères qui viennent soit des parois de l'estomac, soit des parois de l'intestin, auxquelles le prolongement de l'organe est intimement relié. De petites veines vont rejoindre celles de ces viscères.

L'idée générale qu'il convient de se faire de la rate, est celle d'un tissu spongieux dans lequel viennent d'une part s'ouvrir les artères et d'autre part les veines. Le sang traverse librement ce tissu et l'imprègne plus ou moins : de là son volume variant comme sa coloration suivant l'état de turgescence plus ou moins grande de l'organe.

Le tissu splénique est essentiellement un *reticulum :* celui-ci enveloppe les vaisseaux ; ses mailles sont parcourues par le sang allant des artères aux veines. Mais elles contiennent, outre les élements du sang apportés par la circulation, des éléments propres dont la détermination précise est la seule difficulté un peu sérieuse dans l'étude du tissu splénique. Nous nous bornerons ici à l'étude des vaisseaux et du reticulum.

Le procédé qui nous a le mieux réussi pour l'étude de la trame de l'organe a été l'observation de coupes faites à main levée sur des rates placées dans l'alcool pendant quelques jours. Nous avons parfois *pinceauté* ces coupes, mais nous avons trouvé avantage à les faire épaisses, et ensuite à les agiter fortement avec de l'eau dans un tube. On arrive de cette façon à les débarrasser totalement des éléments interposés aux mailles du reticulum dans lequel on suit en même temps aisément le trajet et la terminaison des vaisseaux. Nous avons employé comme colorant surtout l'hématoxyline.

Sur les bords de l'organe, sur une épaisseur de 1/4 à 1/2 millimètre, le reticulum fait place à un tissu plus compact. Nous négligerons, dans la description qui va suivre, cette couche limite.

Le *reticulum* est formé par un réseau de filaments déliés, larges de 1 1/2 μ environ, présentant de place en place à leurs points d'intersection, des noyaux autour desquels la substance hyaline des filaments paraît un peu plus abondante, sans toutefois changer de caractère. Les noyaux sont espacés et plus ou moins déformés. Ils sont ovoïdes, et ils ont tous les caractères des noyaux ordinaires des corps fibro-plastiques.

Leur contour est net, mais très finement accusé, leur masse légèrement granuleuse après le traitement que nous avons indiqué. Leurs deux diamètres sont de 7 et de 15 μ environ. La dimension des mailles du reticulum peut être estimée à 30 ou 40 μ. Celui-ci s'étend jusque sur les parois des vaisseaux où ses fibres s'attachent sans présenter dans leur voisinage aucune modification, tandis qu'il paraît en être autrement chez certains poissons osseux. Chez le *S. catulus*, au contraire, le reticulum est partout homogène, et l'on ne voit sur les préparations faites comme nous l'indiquons, aucune région qui semble réservée à des fonctions spéciales, telles, par exemple, qu'une circulation lymphatique.

Les *artères* de la rate aboutissent à des branches terminales qui ont pour diamètre 30 μ. Réduite à ces dimensions, l'artériole parcourt encore un long trajet en se ramifiant plus ou moins, sans changer de structure et sans diminuer de diamètre. Elle présente toutefois un aspect spécial dû à une particularité de constitution de ses parois. On distingue sur celles-ci, surtout après le traitement par l'hématoxyline, une couche de cellules fusiformes accusée par la présence de noyaux ovoïdes, très allongés, parallèles, rapprochés. Ces éléments sont, selon toute apparence, des fibres cellules qui formeraient ainsi à l'artériole une paroi interne continue, à fibres longitudinales.

En dehors de cette couche existent de place en place, à distance les uns des autres, des groupes de fibres-cellules appliquées circulairement sur la couche précédente, et embrassant le vaisseau. Comme de plus, les noyaux des fibres constituant chacun de ces groupes ne sont pas répartis à l'entour du vaisseau, mais restent au voisinage les uns des autres, et que les cellules sont elles-mêmes sur un seul rang, il en résulte que les parois du vaisseau semblent plus épaisses du côté où se montrent les noyaux.

Les artérioles offrant cette constitution aboutissent à des renforcements spéciaux de leur paroi qui constituent de véritables organes artériels terminaux d'une nature tout à fait spéciale.

Ces extrémités peuvent avoir une forme irrégulière. Mais on en trouve aussi dont la figure régulièrement cylindrique doit être considérée comme le type auquel on peut toutes les rapporter.

L'artériole aboutit tout à coup à l'extrémité arrondie d'un corps cylindrique, granuleux, rempli de noyaux et creusé d'une cavité qui continue directement celle de l'artériole.

Ce cylindre est large de 70 μ et long de quatre à cinq fois cette dimension. La cavité centrale occupe le tiers environ du diamètre : elle nous a paru tapissée par les mêmes cellules fusiformes à grand axe longitudinal qu'on trouve dans l'artériole et qui continueraient de former là une couche extrêmement mince. La masse du corps cylindrique est formée par une substance granuleuse pleine de noyaux. Elle peut paraître striée circulairement. Les noyaux sont nombreux, irrégulièrement distribués. Ils sont sphériques, espacés les uns des autres d'une distance à peu près égale à leur diamètre.

Le tissu de ces terminaisons artérielles ne nous a pas paru réductible en éléments individualisés. On le retrouve après quinze ou vingt jours dans l'acide azotique étendu au 1/100, continuant de former des masses compactes où les noyaux se distinguent mal ou même ne se distinguent pas du tout, mais encore hérissées par les prolongements du reticulum qui s'attache à leur surface. Le reticulum, en effet, se continue avec ces masses cylindriques; on peut voir des noyaux de reticulum en contact avec leur surface externe. Parmi les noyaux compris dans l'épaisseur de l'organe, ceux qui sont à la périphérie paraissent en général plus petits. La plupart sont légèrement granuleux, ils mesurent 7 à 8 μ. Mais on trouve aussi au milieu d'eux d'autres noyaux ovoïdes plus gros, plus hyalins, à contours plus nettement accusés et présentant deux nucléoles.

Ces corps terminaux des artérioles sont, en général, légèrement contournés. Vers l'extrémité opposée à celle qui reçoit le vaisseau, on voit la paroi diminuer d'épaisseur. Quelquefois, la cavité centrale semble à cette extrémité légèrement évasée. Elle s'ouvre en définitive directement dans le reticulum, où les masses à injection viennent se perdre quand on les pousse par les artères. Nous avons noté que parfois ces corps cylindriques terminaux paraissent borgnes. Il peut arriver de plus, qu'on voie, dans une préparation, deux de ces extrémités borgnes en contact. D'autres fois, elles sont légèrement écartées, mais alors il semble qu'on observe entre elles un tractus lamineux, comme une enveloppe commune qui aurait été légère-

ment étirée par l'éloignement des deux extrémités primitivement tangentes l'une à l'autre.

Dans la masse de l'organe, les *veines* qui mesurent 150 μ présentent des parois formées de deux couches de fibres cellules à direction perpendiculaire. L'interne paraît circulaire et l'externe longitudinale. Les noyaux sont allongés et les fibres enveloppent environ les 2/3 de la circonférence du vaisseau. Sur les coupes, la paroi des veines de ce calibre présente des noyaux légèrement saillants à l'intérieur et qui appartiennent peut-être à l'endothélium. En dehors de celui-ci et des deux couches musculaires, les veines sont enveloppées d'une couche, mal limitée extérieurement, de noyaux qui paraissent semblables à ceux qui forment le tissu plus compacte limitant la surface de l'organe, dont nous avons signalé l'existence. Cette zone devient de moins en moins épaisse à mesure que la veine se ramifie.

Les radicules de la veine s'ouvrent directement dans le reticulum, en présentant sur leurs parois des orifices qui se voient très bien également chez la Raie. Ces orifices creusés latéralement sont d'abord espacés, puis de plus en plus rapprochés et se confondent finalement avec le reticulum. Cette distribution se fait toujours sur un petit espace et aussitôt le gros capillaire ainsi constitué se joint à un autre. En sorte que, tandis que les artères terminales sont extrêmement longues, les veines radiculaires sont au contraire remarquablement courtes.

Le sang versé par les extrémités artérielles traversant le reticulum pour retomber dans les radicules veineuses, un nombre considérable d'éléments du sang se trouvera donc mêlé dans les mailles de l'organe aux éléments propres qui peuvent s'y trouver et dont la distinction deviendra par suite plus laborieuse.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXVIII.

Fig. 1. — Terminaison artérielle dans la rate du *Scyllium catulus* Cuv. montrant la disposition de l'organe terminal au milieu du reticulum. Un autre organe semblable est indiqué sur la droite par un simple trait.

Fig. 2 et 3. — Coupes optiques longitudinale et transversale de l'organe terminal, pour montrer la variété et la disposition irrégulière des noyaux.

Fig. 4. — Origine veineuse ouverte parallèlement à son grand axe et montrant les orifices communiquant avec le reticulum.

NOTE SUR QUELQUES PROPRIÉTÉS

DU

BLEU DE PRUSSE SOLUBLE

Par L. CHABRY.

On donne le nom de bleu de Prusse soluble à un corps que son mode de préparation rapproche du bleu de Prusse ordinaire, mais qui en diffère par sa composition chimique et par diverses propriétés. Berzelius qui le premier l'a analysé, le considère comme formé de bleu de Prusse ordinaire et de ferrocyanure de potassium, opinion adoptée par Pelouze (1854) : Kékulé en fait un ferricyanure de potassium et de fer.

On prépare ce corps en précipitant un persel de fer par un excès de ferrocyanure de potassium et lavant le précipité sur un filtre jusqu'à ce qu'il devienne soluble dans l'eau distillée. Le bleu recueilli sur le filtre à l'état de pâte et desséché à l'étuve à 60° présente les propriétés suivantes :

Dans l'eau distillée ou dans l'eau ordinaire, les fragments se délitent en produisant une crépitation remarquable et se réduisent rapidement en une pâte qui se dissout par l'agitation. La solution ainsi obtenue ne laisse jamais déposer de parties solides même après plusieurs mois de repos. Le bleu ne se dissout pas dans les liquides suivants : dans l'eau contenant environ $\frac{1}{100}$ de chlorure de sodium, $\frac{15}{100}$ de prussiate jaune de potasse, $\frac{1}{20}$ de sulfate de soude et dans les solutions plus concentrées des mêmes sels. Il se dissout, au contraire, mais à faible dose, dans les solutions plus étendues. En général la présence de petites quantités de sels ou de substances diverses suffit pour empêcher la solution du bleu ou la diminuer notablement. Le bleu se dissout, au contraire, assez bien dans l'alcool à 60° centésimaux ; il reste longtemps en suspension fine dans les solutions épaisses de glycérine ou de gomme mais finit à la longue

par se précipiter. Au contraire il se dissout bien dans le sirop de sucre de même densité que la glycérine.

Lorsqu'à la solution de bleu dans l'eau distillée on ajoute des quantités suffisantes de sels ou d'autres substances, en présence desquelles le bleu est insoluble, il se précipite; le précipité recueilli sur un filtre et lavé à nouveau redevient soluble. On peut avec la plupart des substances, répéter, autant de fois qu'on le désire, ces précipitations et ces lavages successifs, sans altérer la qualité du bleu ; toutefois certains réactifs le décomposent dès le premier contact. Le perchlorure de fer ajouté à la solution de bleu soluble produit un précipité auquel le lavage simple ne peut rendre la solubilité. Ce précipité semble n'être autre chose que le bleu de Prusse ordinaire. Pour lui faire recouvrer sa solubilité il faut le laver d'abord avec un excès de la solution de ferrocyanure de potassium, puis avec l'eau distillée. Cette double réaction montre bien le soin qu'il faut apporter dans la préparation du bleu soluble à éviter tout excès du sel de ferrique.

La solution aqueuse concentrée de bleu soluble contient environ $\frac{1}{50}$ de son poids de matière solide ; ainsi, dans une expérience, 179^{g},6 de liquide saturé ont donné après dessication 3^{g},35 de bleu et 175^{g},65 d'eau évaluée par différence. Le bleu n'est pas altéré par une température de 100° soit sèche, soit à l'ébullition dans l'eau.

Il est probable que ce corps est soluble dès l'instant de sa formation et que, si le mélange des solutions concentrées qui lui donne naissance produit un précipité, cela tient, 1° à la grande quantité du bleu produite, eu égard à sa faible solubilité, 2° à la présence, dans la solution, des sels produits par double décomposition. — Le lavage n'a d'autre effet que d'enlever ces sels et le bleu entre alors en solution plutôt qu'il n'acquiert la solubilité. Nous rapportons plus loin une expérience qui confirme cette manière de voir.

Quelques observateurs ont cru que le bleu dissout pouvait, avec le temps, se précipiter au fond des vases qui le renferment, nous avons déjà dit qu'il n'arrive rien de semblable avec les solutions bien préparées, même après un repos absolu d'un an. Voici du reste une expérience qui prouve l'impossibilité du fait. On dispose, au-dessus d'une solution de bleu une éprouvette renversée remplie d'eau distillée dans laquelle le bleu puisse

s'élever librement par diffusion. Pour éviter l'influence des mouvements communiqués, on choisit pour éprouvette un tube de verre d'étroit diamètre, bouché à une de ses extrémités et qu'il est facile de renverser sans agiter le liquide.

Le bleu monte peu à peu par diffusion dans ce tube et colore les parties inférieures de la colonne liquide. Le tableau suivant donne les hauteurs d'ascension observées comparativement avec le bleu et d'autres matières colorantes. Toutes les substances étaient dissoutes dans l'eau distillée et la diffusion s'opérait, contre la pesanteur, dans des appareils identiques.

Ascension après	Bleu soluble	Fuschine	Picro-carmin	
			carmin	acide picrique
1 jour	0 cent. 5	6	1,5	5
3 »	1 5	8,5	2,5	8
9 »	2 5	13	3,5	11
29 »	3 5	19	6,5	20

Dans cette expérience le picro-carmin se dédouble en carmin et acide picrique qui diffusent chacun avec une vitesse propre, ce qu'il était aisé de prévoir. Les appareils à diffusion ayant été abandonnés à eux-mêmes dans un lieu tranquille, j'ai eu occasion de les revoir après un intervalle de vingt et un mois. Le bleu soluble s'élevait alors dans le tube diffuseur à une hauteur de 10 centimètres. Le picro-carmin formait une colonne rouge en bas, orangée dans la partie moyenne et jaune dans la région supérieure. La teinte orangée ne s'élevait pas au delà de 30 centimètres et la teinte jaune atteignait l'extrémité bouchée du tube, c'est-à-dire dépassait 50 centimètres. Le tube dans lequel diffusait la fuschine était également colorée dans toute sa hauteur. La vitesse de diffusion du bleu, bien que faible, n'est donc pas hors de proportion avec celle des autres matières colorantes et surtout avec celle du carmin. Cette expérience montre que le bleu en solution aqueuse est non seulement exempt de toute tendance à la précipitation, mais qu'il est soumis aux lois communes de la diffusibilité. Lorsqu'on opère avec du bleu à l'état de dissolution apparente dans la solution de gomme, mais en réalité, comme nous l'avons fait observer à l'état de fine suspension, on n'observe aucune diffusion. Pour faire cette expérience il faut préparer une certaine quantité de

solution de gomme dont on remplit l'éprouvette ou tube à diffusion et un cristallisoir. On ajoute à la solution contenue dans ce dernier autant de bleu qu'elle en peut tenir en suspension, on laisse reposer et on renverse au-dessus le tube à diffusion. Dans ces conditions on n'observe aucune ascension du bleu même après plusieurs semaines.

Les propriétés du bleu les plus intéressantes pour l'anatomiste ont trait à la dialyse au travers des membranes. On sait qu'au travers des vaisseaux capillaires, la dialyse est nulle, du moins lorsque le bleu est mélangé à la gélatine, d'où la possibilité de préparer avec cette substance de bonnes masses à injection. On doit à Legros la connaissance du fait que la solution aqueuse de bleu ne dialyse pas au travers d'une membrane de parchemin ou de papier parchemin. Cette propriété peut être mise à profit, de la manière suivante, pour la préparation du bleu soluble. Le bleu précipité, au lieu d'être filtré et lavé, est recueilli dans un large cristallisoir, au-dessus duquel on dispose un tambour de verre fermé à une extrémité par une membrane de papier parchemin. Ce dialyseur plongeant dans le liquide du cristallisoir est rempli d'eau distillée, qu'on renouvelle d'abord tous les jours, puis toutes les semaines pendant plusieurs mois. L'excès de ferrocyanure, aussi bien que les sels produits par double décomposition pendant la formation du bleu, dialysent peu à peu au travers de la membrane et sont enlevés par le renouvellement de l'eau distillée. A mesure qu'on poursuit ce lavage indirect, le précipité d'abord amassé au fond du cristallisoir entre peu à peu en solution. Si la quantité de liquide contenue dans le cristallisoir est suffisante, la solution est complète; dans le cas contraire, il se forme une solution bleue, saturée, surnageant une pâte non dissoute mais entièrement soluble.

L'opération est terminée lorsque l'eau distillée qui recouvre la membrane ne reçoit plus de sels. L'opération confirme ce que nous avons dit plus haut de l'action du lavage sur la pâte de bleu soluble. Ce procédé permet, en outre, de reconnaître que la totalité du précipité formé est soluble; dans un autre ordre de faits il permet encore de s'assurer de la pureté d'un bleu donné, les sels étrangers étant facilement isolés par la dialyse.

Les solutions aqueuses de bleu dyalisent-elles au travers des

membranes animales? Les résultats que nous avons obtenus avec des mésentères de chat et de chien ont été contradictoires. Un cartilage branchial de sélacien était pénétré jusqu'à la profondeur d'un demi-millimètre; le blanc d'œuf cuit est coloré jusqu'à une très faible profondeur; d'autres substances organiques n'étaient ni pénétrées ni colorées, les parois des gros vaisseaux, notamment, ne laissent filtrer aucune portion de la solution aqueuse de bleu. En résumé le bleu semble dialyser au travers de certaines membranes et ne dialyse pas au travers d'autres, sans que nous connaissions la raison de cette différence; on peut penser que le degré d'hydratation des membranes et leur composition chimique ne sont pas indifférents, puisque nous savons, d'une part, que le bleu est en réalité peu soluble et, d'autre part, que de faibles quantités de différents sels suffisent pour le rendre insoluble.

Nous n'avons pas fait d'expériences pour étudier les modifications que le mélange avec la gélatine chaude apporte au pouvoir dialytique de bleu soluble. Il a vraisemblablement pour effet de l'affaiblir; il est probable, comme le dit M. Robin, que le bleu ne se trouve pas à l'état de solution parfaite dans la masse chaude de gélatine mais à un état de fine suspension analogue à celui qu'il possède dans la gomme ou la glycérine; cet état de fine suspension n'est pas reconnaissable au microscope et serait caractérisé par la perte du pouvoir diffusif, comme nous l'avons dit plus haut.

En résumé, nous avons dans le bleu soluble un corps qui reste à l'état de suspension dans l'eau et dans des liquides de densité faible, comme l'eau alcoolisée; qui se précipite au contraire dans des solutions à densité forte, comme la glycérine et le sirop de gomme; qui ne précipite pas après l'ébullition dans l'eau; qui diffuse contre la pesanteur; tous ces caractères doivent le faire regarder comme parfaitement soluble et cependant, par une singulière exception aux lois de la dialyse, ce corps refuse de traverser les membranes animales. L'expérience nous amène à conclure que la dialyse au travers des membranes n'est pas un critérium suffisant pour établir la solubilité ou la non solubilité d'un corps, et que *le pouvoir diffusif*, si caractéristique de l'état de solution, *est indépendant du pouvoir dialytique*.

Cette conclusion n'a rien qui doive étonner si on analyse en

quoi consiste la dialyse. Dans celle-ci il y a deux phénomènes successifs : 1° le sel dialysant quitte le liquide dans lequel il est dissout pour pénétrer dans les premières couches d'une membrane, c'est-à-dire il change de milieu ; 2° parvenu dans les premières couches de la membrane le sel se porte dans l'épaisseur de celle-ci. — Le corps dialysant est donc mobile dans le milieu solide comme il l'est dans un milieu liquide, il y diffuse des régions plus saturées aux régions moins saturées, comme dans une solution. Cette circonstance a fait regarder à tort, croyons-nous, le corps dialysant, comme plus particulièrement contenu dans l'eau d'imbibition de la membrane et il résultait de cette hypothèse que tout corps soluble doit dialyser, car dialyser ne serait que diffuser dans l'eau d'imbibition d'une membrane. Or cette explication est très incertaine ; il est probable, au contraire, que les membranes agissent sur les solutions dans lesquelles elles sont plongées comme un tout spécial doué de propriétés nouvelles et non simplement par leur eau d'imbibition. Si la présence de $\frac{1}{100}$ de chlorure de sodium dans l'eau suffit pour modifier le pouvoir dissolvant de ce liquide à l'égard de tous les corps et même le faire disparaître à l'égard de quelques-uns, on comprend aisément que l'interposition de gélatine, ou d'albumine doive amener des changements semblables ; on comprend que des corps parfaitement solubles dans l'eau refusent de se dissoudre dans les masses à la gélatine ou dans les membranes naturelles. Ces corps forment les termes extrêmes de la série des matières colloïdes, ils leur ressemblent par leur faible diffusibilité, ils en diffèrent en ce qu'ils dialysent plus difficilement.

Dosage du bleu soluble. — Le bleu soluble, comme le bleu de Prusse ordinaire, se décompose par la potasse en donnant du peroxyde de fer, mais les circonstances qui accompagnent cette décomposition sont telles, pour le bleu soluble, qu'elles permettent de faire de cette réaction un procédé de dosage volumétrique. Lorsqu'on ajoute, goutte à goutte, à une solution de bleu, une lessive de potasse très étendue, il se produit d'abord une décoloration du liquide qui, de bleu devient vert, puis jaunâtre : il arrive un instant où l'addition d'une seule goutte de potasse détermine la formation d'un précipité abondant d'hydrate de peroxyde de fer, en même temps que la liqueur devient

alcaline. A l'ébullition, la réaction a lieu avec un minimum d'alcali; à froid il faut ajouter un excès variable de potasse et la précipitation peut se faire attendre plusieurs heures.

En prenant pour phénomène final de la réaction l'apparition du précipité de peroxyde et opérant à l'ébullition, avec une solution alcaline titrée, on trouve dans les expériences de dosage que l'erreur n'excède pas une goutte de liquide titré, ni $\frac{1}{100}$ de la quantité totale employée. Cette nouvelle application de la méthode volumétrique au dosage du bleu soluble nous a paru intéressante à signaler.

MÉMOIRE

SUR LES

ANOMALIES DES MEMBRES

ET SUR

LE ROLE DE L'AMNIOS DANS LEUR PRODUCTION

Par M. Camille DARESTE

(PLANCHE XXIX.)

§ 1. — Rôle de l'amnios dans la production des anomalies.

Le travail actuel ayant été rédigé à propos d'un cas de déviations produites par la pression de l'amnios; cas que j'ai fait connaître à l'Académie des sciences, dans la séance du 25 janvier, je reproduis textuellement, en tête de ce mémoire, la note que j'ai rédigée à ce sujet, telle qu'elle a été publiée dans les *Comptes rendus*.

« On a souvent cherché à expliquer un grand nombre d'anomalies simples, et particulièrement les déviations du tronc et des membres, par une cause mécanique, la compression partielle de l'embryon dans la matrice. Cette théorie, très ancienne, puisqu'on la retrouve dans le livre de la *Nature de l'Enfant*, qui fait partie de la collection hippocratique, a été souvent reproduite. Mais les partisans de cette doctrine n'ont pu, jusqu'à présent, la faire prévaloir, parce qu'ils ne connaissaient point l'agent de la compression.

« Mes recherches sur la production artificielle des monstruosités m'ont appris que, dans l'embryon des oiseaux, un grand nombre de monstruosités simples résultent de la compression partielle du corps de l'embryon; que l'agent de cette compression partielle est l'amnios arrêté dans son développement; enfin que cette compression partielle ne peut déterminer d'événements tératologiques qu'autant qu'elle s'exerce de très bonne heure, lorsque l'embryon n'est constitué que par des cellules homogènes, et ne présente pas encore ses éléments histologiques définitifs.

« J'ai signalé, depuis longtemps, cette loi générale comme devant s'appliquer également aux mammifères et à l'espèce humaine. La similitude des phénomènes de l'évolution chez les oiseaux et les mammifères devait amener la similitude des phénomènes tératogéniques. Une pièce tératologique très intéressante, dont je dois la communication à M. G. Pouchet, me permet de donner la preuve de cette conception.

« C'est un fœtus de mouton qui présente des déviations de toute sorte.

« La tête est complètement renversée en arrière et à droite, de telle façon que le museau vient s'appliquer contre la partie de l'amnios qui enveloppe les membres postérieurs. Les membres antérieurs, complètement soudés, dans la région humérale, avec les parois thoraciques, présentent, dans la région de l'avant-bras et des pieds, de nombreuses torsions qui font que leurs doigts viennent s'appliquer sur le museau, où ils ont laissé leur empreinte. Les doigts des membres postérieurs sont complètement renversés d'avant en arrière.

« Ces faits seraient assurément peu dignes d'intérêt en eux-mêmes si la pièce tératologique ne laissait voir, de la manière la plus évidente, leur mode de formation.

« En effet, l'amnios, complètement adhérent avec la peau de l'embryon, dans une grande partie de la région cervicale et de la région dorsale, n'a pu être enlevé en totalité. Un lambeau persistant de cette membrane forme une sorte de gaîne qui enveloppe et comprime les pattes postérieures : c'est cette compression qui a manifestement renversé en arrière les doigts des pattes postérieures. Cette gaîne est elle-même soudée avec un lambeau du capuchon céphalique, qui a été ainsi renversé en arrière et latéralement, et qui a entraîné la tête avec lui. Le cordon ombilical se trouve engagé dans cette adhérence, qui unit entre elles la partie céphalique et la partie caudale de l'amnios.

« Les adhérences de l'amnios avec la peau de l'embryon établissent, avec une complète évidence, que la date de ces événements tératologiques est très ancienne; car elles n'ont pu se produire que lorsque la peau n'était pas définitivement constituée, et ne s'était pas encore revêtue de ses poils laineux.

« Cette pièce présente donc la réalisation complète des idées

que je professe depuis longtemps sur la tératogénie. Elle montre comment les déviations, et particulièrement le pied bot congénital, l'une des anomalies les plus fréquentes dans l'espèce humaine, sont la conséquence de la compression du corps de l'embryon par l'amnios arrêté dans son développement. » (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 23 *janvier* 1881).

§ 2. — Théorie embryogénique de la formation des anomalies des membres.

J'ajoute à cette note que je reproduis, telle qu'elle a été publiée dans les *Comptes rendus*, une brève exposition de la théorie des anomalies des membres, que j'ai déduite de mes observations sur la tératogénie de l'embryon de la poule. La tératogénie des mammifères et de l'homme ne peut actuellement, et ne pourra peut-être jamais prendre pour base l'observation directe. Il faut donc ici remplacer l'observation par des inductions tirées de l'observation d'embryons appartenant à d'autres classes. L'unité de type de tous les animaux vertébrés, si bien établie par l'embryogénie et la tératogénie, justifie pleinement l'emploi de cette méthode.

Les membres apparaissent, des deux côtés du corps, sous la forme de bourgeons cellulaires. Ces bourgeons, absolument semblables au début, s'allongent peu à peu. Puis ils se segmentent et leurs segments s'infléchissent les uns sur les autres. Le segment brachial du membre supérieur et le segment crural du membre inférieur s'infléchissent par un mouvement de torsion sur leur axe, le premier sur l'épaule, le second sur le bassin; mais ce mouvement de torsion se fait en sens inverse pour le membre supérieur et pour le membre inférieur; il en résulte que ces deux membres se font face par celui de leur côté qui contiendra plus tard les muscles extenseurs.

Les organes définitifs, os et muscles, que contiendront plus tard les membres, apparaissent d'emblée, avec tous leurs caractères, dans ces blastèmes cellulaires, tels qu'ils se sont constitués après avoir traversé ces formes successives. C'est ainsi que la torsion de l'humérus, dont on a tant parlé dans ces dernières années, se produit d'emblée, comme conséquence de la torsion du segment brachial sur l'épaule.

Supposons maintenant que l'amnios, au lieu de continuer à se développer en s'éloignant de l'embryon, comme c'est l'état normal, reste appliqué contre lui, les membres viendront se heurter contre un obstacle qu'ils ne peuvent déplacer. Leur évolution sera nécessairement modifiée. Tantôt ils s'arrêteront, totalement ou partiellement, dans leur développement tantôt ils évolueront à peu près complètement, mais en infléchissant leurs segments les uns sur les autres, d'une manière anormale. Ces faits, dans bien des cas, se produiront isolément, tantôt aux membres supérieurs, tantôt aux membres inférieurs; parfois même, à un seul des membres d'une paire, thoracique ou abdominale. Dans d'autres cas, ils s'associeront entre eux de diverses manières, en produisant des anomalies plus ou moins complexes où les arrêts de développement se combineront avec les déviations. Il y a même des cas où les membres postérieurs, frappés à la fois d'arrêt de développement et de déviation en arrière, viendront s'unir sur la ligne médiane, en formant un membre postérieur unique. On s'explique d'ailleurs très bien la diversité de ces effets produits par une cause unique, la pression contre l'amnios; par ses divers degrés d'intensité; par la durée de son action; et aussi par son application plus ou moins étendue, plus ou moins restreinte.

Signalons maintenant ces divers effets.

Si la pression de l'amnios arrête l'évolution des membres au moment même où ils commencent à apparaître, ils restent dans leur premier état de bourgeons cellulaires. C'est ce qui constitue l'*Ectromélie*. La seule modification ultérieure qu'ils présentent, c'est la formation de la peau.

Si la pression n'agit qu'un peu plus tard, après l'allongement des membres et le commencement de leur segmentation, elle ne frappe plus que certains de leurs segments. Les uns sont frappés d'arrêts de développement, les autres continuent à évoluer. Cet arrêt de développement produit l'*hémimélie*, lorsqu'il frappe les derniers segments des membres, la main ou le pied; la *phocomélie* lorsqu'il frappe les segments intermédiaires, le bras et l'avant-bras, la cuisse et la jambe, sans toucher à la main et au pied. Dans ce dernier cas, la main et le pied, plus ou moins bien conformés, paraissent immédiatement attachés à l'épaule et au bassin.

Il arrive enfin que certains segments des membres, tout en se développant d'une manière à peu près complète, sont cependant frappés d'arrêts de développements partiels qui n'atteignent que certains de leurs éléments. A la main et au pied, les doigts et les orteils peuvent manquer en plus où moins grand nombre ; ou, lorsqu'ils se développent, ne se développer que d'une manière incomplète. Ils peuvent également rester attachés les uns aux autres par suite de la permanence du blastème cellulaire qui les unit primitivement (*Syndactylie*). A l'avant-bras on voit parfois manquer le radius ; à la jambe, le péroné ; et, avec ces os, les muscles qui les accompagnent.

Lorsque les membres évoluent d'une manière complète, la pression de l'amnios peut les modifier en changeant la position respective de leurs divers segments.

Dans l'état normal, les divers segments des membres s'infléchissent les uns sur les autres d'une manière déterminée. Or, si les membres viennent se comprimer contre l'amnios, il arrive, tantôt que certains segments ne s'infléchissent pas sur ceux qui les précèdent, d'où résulte la permanence de dispositions embryonnaires ; tantôt qu'ils s'infléchissent sur ceux qui les précèdent autrement que dans l'état normal. Dans ces conditions, les os, et particulièrement leurs surfaces articulaires, se produisent, dans ces blastèmes modifiés par la pression de l'amnios, avec des caractères particuliers, différents de ceux de l'état normal. Ainsi se constituent les anomalies des membres que l'on désigne sous le nom de *déviations congénitales*.

Ici se présente de suite une difficulté. Les déviations des membres ne sont pas toujours congénitales : elles peuvent aussi se produire, après la naissance, par l'action de causes pathologiques. Quand on observe une déviation chez un adulte, ou même chez un enfant à une époque plus ou moins éloignée de la naissance, il est souvent difficile de décider si cette déviation s'est produite antérieurement ou postérieurement à la naissance. Il en résulte qu'encore aujourd'hui, les pathologistes ne sont point toujours d'accord sur la congénitalité ou la non-congénitalité de certaines déviations.

Telles sont, par exemple, ces déviations de la cuisse que l'on désigne sous le nom de *luxations congénitales* du fémur. Cette affection, déjà indiquée par Hippocrate, et que Paletta et Du-

puytren ont de nouveau signalée, atteint simultanément, dans un grand nombre de cas, les deux membres postérieurs, ce qui exclue toute idée de traumatisme. Aussi a-t-elle été jusqu'à ces derniers temps, considérée comme antérieure à la naissance. Les observations de M. Verneuil, celles de mon savant ami M. Dally (1), nous apprennent que, dans un très grand nombre de cas, cette déviation ne se produit qu'un certain temps après la naissance, lorsque les enfants commencent à marcher, et qu'elle est déterminée par cette maladie que l'on désigne sous le nom de *paralysie essentielle de l'enfance.*

Un jour viendra sans doute où il sera possible d'établir, sur des signes matériels, le diagnostic différentiel des déviations congénitales et de celles qui ne le sont pas. Il est impossible que les extrémités des os et leurs surfaces articulaires frappées, dans les déviations congénitales, de dispositions originairement anormales, présentent les mêmes caractères que les extrémités des os et les surfaces articulaires primitivement normales et consécutivement modifiées par des causes pathologiques. Mais cette étude n'a encore été faite que d'une manière partielle et seulement dans des cas isolés. Tant qu'elle ne sera pas plus complète, on ne pourra établir exactement le diagnostic différentiel des déviations congénitales et de celles qui sont postérieures à la naissance.

Mais, tout en signalant cette lacune, je ferai remarquer qu'elle n'a, dans la question actuelle, aucune importance. Il me suffit d'établir que toutes les espèces de déviations des membres peuvent être congénitales. Cela résulte manifestement de la tératologie.

En effet, les déviations des membres accompagnent très fréquemment des monstruosités incompatibles avec la vie indépendante, telles que les Célosomies, les Pseudencéphalies, les Anencéphalies. Dans les Acéphalies l'existence du pied bot est même tellement commune que Is. Geoffroy-Saint-Hilaire se demandait s'il n'existait pas entre l'Acéphalie et le pied bot une relation nécessaire. J'ai donné, depuis longtemps, l'explication de ces coexistences en montrant que des anomalies, en apparence très diverses, résultent de la pression exercée sur l'em-

(1) Verneuil. *Gazette hebdomadaire*, 1866, p. 353. — Dally. *Bulletin de thérapeutique médicale et chirurgicale*, 1873.

bryon par l'amnios. Je renvoie ceux qui liront ce travail à mes anciennes publications sur ce sujet.

Si la congénitalité des déviations ne peut être contestée dans tous les cas où elles coexistent avec des monstruosités qui rendent la vie indépendante absolument impossible, il n'y a aucun motif pour ne pas en admettre la possibilité, lorsqu'elles existent isolément. Il y a d'ailleurs certaines déviations, le pied bot, par exemple, dont la congénitalité n'est niée par personne; bien que, dans la pratique, il soit souvent difficile de distinguer un pied bot acquis d'un pied bot congénital. Il y a, de plus, des cas de déviations isolées où la congénitalité a été constatée au moment même de la naissance. Tels sont, par exemple, les cas de luxation en avant de la jambe sur la cuisse, cas dont l'on doit la connaissance à M. Guéniot (1).

Ceci posé, je ferai remarquer que toutes les déviations des membres consistent dans un changement de position, soit de la totalité du membre par rapport au tronc, soit des divers segments des membres les uns par rapport aux autres. Dans certains cas, plus rares, ces changements de position n'existent qu'en apparence; la déviation du membre n'étant que la persistance d'un état embryonnaire, c'est-à-dire un arrêt de développement. C'est ce qui arrive dans certaines formes du pied bot. Ainsi, il y a une période de la vie embryonnaire où l'axe du pied se continue directement avec l'axe de la jambe. Plus tard, le pied s'infléchit sur la jambe en formant avec elle un angle droit. L'absence de cette inflexion détermine le pied équin. Il en est de même pour le varus. Quand on observe des embryons d'un certain âge, on constate que la plante du pied est toujours tournée en dedans. Aussi Meckel et Is. Geoffroy-Saint-Hilaire ont-ils, depuis longtemps, expliqué le varus par un arrêt de développement. On a nié le fait; mais cette négation tient uniquement à ce que la modification qui transforme le varus en pied normal se produit toujours avant la formation des muscles et des os. Il y a donc là une application particulière de la loi générale qui régit la tératogénie et que j'ai formulée depuis longtemps. Je dois ajouter seulement que

(1) Observations présentées par M. Guéniot à la Société de chirurgie; reproduites par Hibon. *De la luxation congénitale du tibia en avant avec renversement de la jambe sur la cuisse.* 1881. Paris.

dans l'état actuel de la science, nous ne savons pas encore exactement comment le pied équin et le varus se tranforment en pied normal. C'est là un très intéressant problème d'embryogénie; mais qui ne peut être résolu que par l'étude de très jeunes embryons. Or nous savons combien il est difficile de s'en procurer. Espérons néanmoins que quelque rencontre heureuse permettra de combler cette lacune de la science. L'observation si curieuse que j'ai faite, il y a deux ans, d'un jeune embryon humain affecté de *spina bifida*, avant la formation des organes définitifs, prouve que cet espoir peut être réalisé.

Dans tous les autres cas, la déviation est réelle. Telle est, au membre supérieur, la déviation de l'humérus sur l'épaule, celle de la main sur l'avant-bras (main bote) ; au membre inférieur, la déviation de la cuisse sur la hanche (certains cas de luxation congénitale du fémur), de la jambe sur la cuisse (luxations latérales du tibia ou genoux cagneux, luxation antérieure du tibia) : du pied sur la jambe (pied bot valgus ou talus). Il est inutile de décrire ces diverses anomalies. On en trouvera la description dans tous les traités d'anatomie pathologique (1).

Le seul point sur lequel je crois devoir insister c'est que dans les déviations des membres comme dans les ectromélies, on trouve assez souvent l'absence de certaines parties. Il y a souvent des ectrodactylies. De plus certains os peuvent man-

(1) Bien que je croie, avec M. Dally, que la luxation congénitale du fémur ne se produit le plus souvent qu'un certain temps après la naissance, il y a cependant des cas où le fait de la congénitalité est incontestable. Il y en a d'abord un exemple très remarquable dans l'atlas d'anatomie pathologique de Cruveilhier. Ici la luxation congénitale du fémur coexistait, chez un enfant monstre, avec des mains bots et des pieds bots, l'ouverture du rectum dans la vessie et beaucoup d'autres anomalies. — Il y en a également un cas très remarquable décrit par Houel dans les *Mémoires de la Société de chirurgie*, et conservé au Musée Dupuytren. Ici la double luxation s'accompagnait d'un *spina bifida* de la région sacrée, d'un pied bot varus et de l'absence complète des muscles fessiers. C'est un exemple remarquable de déviations accompagnées d'arrêts de développement. La collection du Musée Dupuytren contient également un certain nombre de pièces que l'on ne peut pas ne pas considérer comme des luxations congénitales. Du reste il est nécessaire de s'entendre. Evidemment la luxation double, avec allongement de la capsule articulaire et du ligament rond, n'est pas probablement congénitale, et se produit après la naissance. Mais lorsqu'il y a absence de la tête et du col du fémur, absence de certains muscles, je ne puis considérer ces faits que comme des faits primitifs.

quer, et avec eux les muscles qui les accompagnent. Ainsi dans les mains bots, certains os du métacarpe, du carpe, même le cubitus, manquent fréquemment. Il en est de même pour le pied bot, où l'on a parfois signalé l'absence de certains os du métatarse, et même celle du péroné. Dans tous ces cas, l'inflexion anormale des segments des membres coexiste avec le défaut de formation de certaines parties. Il y a là une analogie remarquable entre les déviations et les ectromélies, analogie qu'il importe de signaler, car elle est parfaitement en rapport avec la théorie que je soutiens relativement à l'unité de la cause qui les détermine.

Enfin, il y a des cas où les membres postérieurs, frappés d'arrêt de développement, viennent se conjoindre sur la ligne médiane, par leurs bords externes, devenus, dans ce cas, les bords internes. C'est ce qui constitue les diverses, formes de la Symélie. Je me borne à signaler ici ce fait de tératogénie que j'ai décrit depuis longtemps.

Ainsi donc les anomalies des membres, à l'exception de la polydactylie, quelques diverses qu'elles soient, résultent toutes de la mise en jeu de trois faits tératogéniques, l'arrêt de développement, la déviation et la soudure, qui tantôt se produisent isolément et tantôt s'associent; et ces faits sont déterminés par une cause unique, la pression des membres contre l'amnios arrêté dans son développement. J'ai constaté bien souvent ces faits sur les embryons d'oiseaux. L'observation qui a été le point de départ de ce travail prouve qu'ils se produisent de la même façon chez les Mammifères.

§ 3. — Examen critique de la théorie pathologique des anomalies des membres.

La thèse que je viens d'exposer sur le mode de formation des anomalies des membres, repose entièrement sur l'observation des faits. Il pourrait donc paraître inutile de combattre les théories contraires qui expliquent certaines anomalies des membres, et particulièrement les déviations, par des causes pathologiques et particulièrement par des maladies du système nerveux. Mais ces théories sont assez généralement admises.

Il me paraît donc nécessaire de montrer qu'elles ne sont que de simples conceptions de l'esprit, et non le résultat de faits d'observation.

Il est certain que le pied bot se produit après la naissance, par des causes pathologiques, les convulsions ou la paralysie essentielle. Peut-il en être de même avant la naissance, comme beaucoup de personnes le croient encore ?

Et d'abord, l'existence de maladies intra-utérines du système nerveux n'a jamais été constatée par l'observation directe. Peut-elle être déduite de l'existence d'altérations pathologiques du système nerveux ou du système musculaire ?

Les muscles dans les déviations congénitales présentent souvent un aspect particulier qui rappelle celui des muscles atrophiés. Mais la similitude d'aspect implique-t-elle une similitude de lésion ? Nous ne possédons à ce sujet qu'une seule observation, déjà ancienne, due à M. Robin. Or, M. Robin, étudiant les muscles sur un pied bot valgus présenté par un très jeune embryon, a constaté que l'état de ces muscles consistait dans un arrêt de développement qui les avait maintenus dans leur état embryonnaire, et non dans une atrophie qui aurait modifié une organisation d'abord complète.

On me dira sans doute que l'observation de M. Robin est unique. Mais je ferai remarquer que cet aspect particulier des muscles dans les déviations congénitales a été constaté également dans les Ectromélies et les Symélies, monstruosités que l'on ne peut évidemment pas rattacher à des maladies intra-utérines du système nerveux. Il y a là d'ailleurs une question très intéressante que je signale aux embryogénistes.

Il en est de même du système nerveux.

J'ai rappelé tout à l'heure que le pied bot coexiste très fréquemment avec certaines monstruosités ; et particulièrement avec des monstruosités qui atteignent profondément le système nerveux. Ainsi, dans l'acéphalie, le système nerveux manque totalement ou partiellement. Dans l'anencéphalie, il est totalement ou partiellement remplacé par des poches remplies de sérosité. Dans la pseudencéphalie, il est totalement ou partiellement remplacé par un tissu comparable à celui des tumeurs érectiles. Plusieurs tératologistes ont considéré ces faits anatomiques comme étant le résultat de lésions pathologiques. Mais, pen-

dant la vie extra-utérine, les maladies du système nerveux ne produisent jamais de pareils effets. D'ailleurs mes observations m'ont prouvé depuis longtemps que ces faits ne sont point de l'ordre pathologique, mais de l'ordre tératologique; qu'ils résultent toujours d'une modification de l'évolution, et non de l'altération pathologique d'un appareil primitivement bien conformé.

Peut-on invoquer les causes pathologiques dans les cas de déviations isolées, et lorsque le système nerveux se présente sous un aspect normal? Le système nerveux n'a été que peu étudié dans les déviations. Voici les seules indications que j'ai rencontrées à ce sujet dans les archives de la science.

En 1870, M. Michaux a décrit et figuré des coupes de la moelle sur une femme affectée de pied bot congénital (1). Il a constaté deux foyers de myélite scléreuse, l'un dorsal, l'autre lombaire; et il attribue, dans ce cas, le pied bot congénital à une affection de la moelle. Toutefois il admet que, dans beaucoup de cas, le pied bot congénital se produit à une époque antérieure à celle où le système nerveux et le système musculaire sont capables d'accomplir leurs fonctions physiologiques; et qu'alors il est le résultat d'un arrêt de développement, c'est-à-dire d'une modification de l'évolution. Il a donc, sur certains points, les mêmes idées que moi; seulement il admet la possibilité de deux causes différentes, l'une embryogénique, l'autre pathologique. Or le fait qu'il invoque ne démontre en aucune façon l'existence d'une cause pathologique antérieure à la naissance, puisqu'il s'agit d'une vieille femme de la Salpétrière, âgée de 70 ans. Évidemment le fait de la congénitalité dans ce cas n'est aucunement prouvé. D'ailleurs, la déviation pouvait être complètement indépendante de la lésion de la moelle.

L'étude de la moelle dans deux cas de pied bot congénitaux, par Coyne et Troisier (1872) (2), puis par Thorens (1873) (3), n'ont fait connaître aucune lésion de la moelle.

Tout récemment la constatation d'une lésion matérielle de la moelle dans un cas de pied bot a été faite par M. le Dr Cossy

(1) *Archives de physiologie*, 1872.
(2) *Archives de physiologie*, 1872,
(3) Thorens. *Thèse de Paris* (1873).

qui vient de mourir, victime du devoir professionnel. Dans ce cas la congénitalité du pied bot ne pouvait être contestée ; car il existait chez un enfant mort à deux mois, et avait été constaté par une sage-femme au moment de l'accouchement Mais la lésion était-elle réellement un fait pathologique? J'ai tout lieu de croire que c'était un fait tératologique. En effet, si le mémoire de M. Cossy n'a pas encore été publié, j'en trouve une brève indication dans le Rapport sur l'École pratique des hautes études (1880-1881), indication ainsi conçue : « Ces dernières recherches établissent que le pied bot congénital peut s'accompagner de lésions médullaires caractérisées surtout par l'absence des groupes de cellules nerveuses dans les cornes antérieures. » Or, quelle est l'explication de ce fait? L'absence de ces groupes de cellules résulte-t-elle d'une destruction produite par une cause pathologique, ou bien d'un défaut de formation, produite par une cause tératogénique? Évidemment le défaut de formation de certains éléments rend beaucoup mieux compte des faits que leur destruction consécutive à une lésion pathologique; car j'ai peine à comprendre comment des éléments aussi complexes que des cellules nerveuses pourraient disparaître complètement sans laisser aucune trace de leur existence antérieure.

Le défaut de formation de certains éléments du système nerveux, dans certains cas de pied bot congénital, est d'ailleurs parfaitement en rapport avec les modifications du système nerveux central qui ont été constatées dans les ectromélies. C'est ainsi que, depuis longtemps, Serres et Tiedemann ont constaté l'absence du renflement cervical de la moelle dans certains cas d'ectromélie bithoracique, et que plus récemment, M. Troisier a constaté l'absence d'une moitié de ce renflement dans un cas d'ectromélie unithoracique. Broca a constaté de pareils faits dans le cerveau lui-même. Le cerveau d'un homme atteint d'ectromélie bithoracique lui a présenté sur chaque hémisphère *une atrophie très prononcée de la première portion de la circonvolution frontale ascendante, de la première portion de la première circonvolution frontale, et enfin du lobule ovalaire.* Or, peut-on admettre que ces atrophies partielles du cerveau et de la moelle épinière seraient la cause de l'ectromélie? Pour ma part, j'ai la conviction que ces atrophies sont la conséquence et non la cause de la monstruosité. La formation du système nerveux,

comme celle du système vasculaire est sous la dépendance des organes auxquels ils apportent l'innervation et le sang. Si les organes se forment d'une manière incomplète, s'ils sont plus ou moins arrêtés dans leur développement, ces modifications de l'évolution retentissent, si l'on peut parler ainsi, dans le système nerveux lui-même.

Cette dépendance, où se trouve le système nerveux des organes auxquels il apporte l'innervation, est d'ailleurs bien prouvée par les faits d'atrophie partielle des centres nerveux qui se produisent consécutivement aux sections des nerfs et aux amputations.

§ 4. — Considérations historiques.

En terminant ce travail, je dois rappeler que la pensée d'expliquer un certain nombre d'anomalies par des faits de compression n'est pas nouvelle. Elle s'est produite dans l'antiquité, et elle a reparu de nos jours. Mais, faute de certaines notions, elle n'a pu, jusqu'à présent, entrer dans la science d'une manière définitive. Je ne veux point ici faire l'histoire complète de cette question, mais je crois qu'il peut être intéressant de citer quelques textes à ce sujet.

On lit dans le traité de la *Nature de l'enfant*, qui fait partie de la collection hippocratique, le passage suivant : « Les enfants deviennent estropiés de cette manière : quand dans la matrice il y a étroitesse à la partie où en effet s'est produit l'estropiement, il est inévitable que le corps, se mouvant en lieu étroit, soit estropié en cette partie. C'est ainsi que les arbres qui, dans la terre, n'ont pas assez d'espace ou sont gênés par une pierre ou par toute autre chose, deviennent tortus en grandissant, ou bien gros en un point et petits en un autre. L'enfant en éprouvera autant lorsque, dans la matrice, une portion est relativement trop étroite pour la partie correspondante de l'enfant. »

Mais comment l'embryon peut-il être comprimé dans la matrice ? Quel est l'agent de cette compression ? C'est ce qui, jusqu'à mes recherches, avait été complètement ignoré.

C'est ainsi que Paré supposait que la production du pied bot tiendrait à l'habitude qu'auraient certaines femmes de croiser

les jambes pendant la grossesse. On trouverait probablement, dans les traités de chirurgie antérieurs à notre siècle, des théories de la même force.

Dans notre siècle E. Geoffroy-Saint-Hilaire et Cruveilhier ont été bien près de la vérité, toutefois sans l'atteindre.

Geoffroy Saint-Hilaire avait cherché, à une certaine époque, à expliquer la formation de toutes les monstruosités simples, par des adhérences de l'embryon à ses enveloppes. Or on lit, dans un de ses mémoires, cette curieuse phrase : « Chez les autres monstres nous observons souvent des pieds bots et jusqu'à des avortements des doigts. Tels sont autant d'effets de la contrainte imposée à ces fœtus par les brides qui se rattachent aux membranes de l'œuf : retenus sans mouvement, et toujours enroulés de la même façon, ils croissent sous l'action pénétrante de cette situation pénible et prolongée. » Certes Geoffroy Saint-Hilaire avait bien vu ; mais il n'avait vu qu'un côté de la question ; car, dans un grand nombre de cas, l'embryon n'est point adhérent aux membranes de l'œuf, bien que comprimé par elles.

Cruveilhier, pendant tout le cours de sa vie scientifique, a souvent insisté sur le fait de pressions extérieures, déterminant chez l'embryon des déviations congénitales, et même aussi des soudures, comme la symélie. Il a énoncé cette idée dans ses ouvrages sur l'anatomie pathologique, et l'a surtout développée dans les discussions qui se produisirent à l'Académie de médecine, relativement à l'origine du pied bot. La lecture de ces discussions est fort intéressante. Cruveilhier avait assurément raison. Mais il ne pouvait convaincre ses adversaires parce qu'il ignorait l'agent de la compression, et que, d'ailleurs, il était complètement étranger à l'embryogénie. On voit cependant qu'il était bien près de la vérité. Il signale, en effet, dans un certain nombre de cas, la pénurie des eaux de l'amnios. Ses adversaires lui répondaient que les eaux de l'amnios étaient parfois peu abondantes, dans les cas d'enfants bien conformés ; et d'autres fois très abondantes, dans les cas d'enfants affectés de pieds bots. Cruveilhier répliquait avec raison que la production du pied bot ayant lieu à une époque peu avancée de la vie intra-utérine, la sécrétion des eaux de l'amnios, d'abord peu abondante, avait pu reprendre ultérieurement ses proportions normales.

Mais comme il n'avait aucune idée de l'état de l'embryon, pendant les premières phases de la vie, et qu'il se le représentait toujours comme pourvu, dès son origine, de muscles et d'os, il ne pouvait concevoir la pensée qu'une membrane aussi molle et aussi délicate que l'amnios, pouvait être le véritable agent de la compression.

Mes expériences font cesser toutes ces incertitudes, en montrant : 1° que l'amnios arrêté dans son développement, comprime les parties de l'embryon sur lesquelles il s'applique; 2° que cette compression s'exerce lorsque le corps de l'embryon n'est encore constitué que par des cellules homogènes ; 3° que cette compression, lorsqu'elle s'exerce sur les membres, détermine trois sortes d'effets, tantôt isolés et tantôt associés, des arrêts de développement, des déviations et des soudures.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXIX.

Fig. 1. — La pièce tératologique figurée au quart de sa grandeur naturelle.

Fig. 2. — La même, dans laquelle on a représenté le capuchon caudal ouvert, pour montrer la disposition des pattes postérieures.

Ces deux figures ont été dessinées sur pierre, par M. le Dr Martin.

Lettres communes :

A, A, A. Lambeaux de l'amnios soudés au corps du fœtus.
B. Lambeau du capuchon céphalique soudé avec le capuchon caudal.
C. Capuchon caudal.
O. Membre antérieur gauche.
P. Membre antérieur droit.
TT'. Talons des pattes postérieures.
SS. Doigts des pattes postérieures.

La pièce qui est ici figurée fait partie de la collection d'anatomie comparée du Muséum. M. Chudzinsky, membre de la Société d'anthropologie, en a fait un très beau moulage pour le laboratoire de tératologie de l'École pratique des hautes études.

CORRESPONDANCE

Sur les glandes cutanées des isopodes.

LETTRE de M. MAX WEBER.

« Nous trouvons dans les comptes-rendus du mois de mars 1882, n° 12, une note de M. Huet, présentée à l'Académie par M. Ch. Robin, sur l'existence d'organes segmentaires chez certains crustacés isopodes. Qu'il me soit permis de faire quelques observations à propos de cette communication.

Cette note commence ainsi : « Lereboullet a décrit les organes glandulaires qui sont le siège de la sécrétion caudale des porcellions, cloportes, armadilles. Sa description histologique, en rapport avec les moyens dont on disposait à cette époque, est restée incomplète. » L'auteur de ces nouvelles recherches semble croire que jusqu'à sa communication, notre connaissance des organes en question est restée au point de vue de *Lereboullet*, mais je ferai remarquer qu'à l'occasion de recherches sur la structure anatomique des trichoniscides, j'ai parlé longuement de ces glandes (1).

J'ai pu d'abord montrer que chez les Trichoniscides on trouve dans les urostytes et leur pièce basale, dans tous les segments du pléon, dans le septième, le sixième et le cinquième segment du péréion, des glandes unicellulaires dont la surface est lobée et qui débouchent à l'extérieur au moyen d'un canal excréteur de nature chitineuse. C'est surtout dans les urostyles que j'ai trouvé ces glandes le plus développées. J'ai en outre fait mention que je m'étais assuré de la présence de ces glandes chez la Philoscia, le Porcellion et le Ligidium.

J'ai reconnu aussi, comme Lereboullet, que ces glandes sécrètent une matière soyeuse. C'est la nature de cette sécrétion qui a fait porter à Lereboullet le jugement suivant : « Ces cloportides ou du moins les oniscoïdes « se lient aux araignés par l'existence de glandes particulières chargées de « sécréter une matière soyeuse, par la nature de la matière sécrétée et « même par la présence de filières incomplètes ou rudimentaires qui sont « représentés par les appendices externes. »

(1) *Max Weber :* Anatomisches über Trichonisciden (Arch. f. mikroskop. Anatomie XIX, 1881). Qu'il me soit permis de corriger une faute qui s'est glissée dans mon mémoire, vu que pendant une absence de six mois, occasionnée par un voyage scientifique, j'avais dû en confier la correction à des mains amies. Dans les conclusions sur la nature des glandes, il faut lire partout *Ligidium agile* au lieu de *Ligia oceanica*, puisque je n'ai observé que le premier. Du reste, les considérations physiologiques n'en sont pas modifiées vu la proche parenté de ces deux animaux, puisqu'il s'agissait surtout de montrer que ces glandes se rapportent à la vie terrestre.

M. Huet y ajoute : « Les faits que nous avons observés permettraient à aussi juste titre de rapprocher ces animaux soit des annélides, soit des myriapodes. » Il ne dit pas en quoi ce rapprochement consiste, mais nous croyons qu'il a pensé aux organes segmentaires des vers, organes auxquels on attribue de nos jours un si grand rôle, et cela paraît d'une manière encore plus évidente en voyant le titre du mémoire de M. Huet où les glandes sont nommées : « organes segmentaires. » Les faits observés sur lesquels cette désignation s'appuie ne sont pas cités; on ne trouve que ces mots : « Il existe, en effet, « des organes glandulaires non seulement à la partie caudale des cloportides, « mais on les retrouve chez la plupart d'entre eux, se répétant sur chacun des « sept anneaux qui constituent le corps même de ces animaux. Ils manquent, « à la tête. Ils s'ouvrent à la partie supérieure des épimères de chaque côté « par une ouverture en crible. Cela fait donc, pour les sept anneaux du corps « quatorze glandes. »

J'ai examiné dans le temps des Trichoniscides, puis des Ligidium, des Philoscia et des Porcellion pictus et je n'ai trouvé comme je l'ai déjà dit, des glandes que sur les segments postérieurs. Il se trouvait que la Philoscia et les Trichoniscides ne sont pas examinés par M. Huet et qu'il dit du Porcellio pictus que celui-ci n'a que des glandes caudales. Quant au Ligidium il prétend que chez celui-ci et chez l'Oniscus ces glandes se rencontrent à tous les segments, à l'exception de la tête.

Dans quelques exemplaires que j'ai examinés, je n'ai pu réussir à découvrir ces glandes dans les quatre segments antérieurs. Quoiqu'il en soit cependant, chaque segment contient plus d'une glande de chaque côté. Ainsi dans le cas que tous les segments en seraient pourvus on trouve plus de quatorze glandes. On ne peut arriver à trouver ce nombre que quand on ne reconnaît pas l'indépendance individuelle de chacune de ces glandes, qui sont réunies sur une même épimère. Or chacune des glandes a un conduit excréteur particulier qui s'ouvre au dehors. Bien que ces canaux excréteurs soient très rapprochés les uns des autres et même encore plus dans les urostyles, et qu'ils aient une embouchure commune au dehors, cela n'a pas d'influence sur leur indépendance respective ni sur celle des glandes elles-mêmes. Celle de chacune des glandes ressort d'autant mieux en ce que celles-ci sont séparées par le tissu du corps adipeux. Si l'on ne perd pas de vue ce que nous venons de dire, cela suffit seul pour exclure tout parallélisme entre ces glandes et les organes segmentaires des annélides; et si Perier a dit que les modifications des organes segmentaires sont assez nombreuses pour qu'on puisse s'attendre à les rencontrer sous la forme de glandes, cela ne pourra jamais se faire sous la forme de glandes unicellulaires, réunies en grand nombre dans le même segment et indépendantes les unes des autres.

Je considérerais ces glandes comme de simples glandes cutanées, telles qu'on en trouve chez les crustacés où elles remplissent plusieurs fonctions; par exemple aux segments abdominaux et dans les fausses passes des femelles des décapodes, dans la cavité branchiale de l'Astacus, dans les mâchoires des décapodes. Mais si nous laissons de côté ces glandes cutanées composées, nous trouvons aussi les glandes unicellulaires fort répandues. Nous avons déjà attiré l'attention sur la proche parenté des glandes des isopodes terrestres

avec celles des pattes des Corophides avec celles qui chez le genre Orchestia se trouvent dans les parties les plus diverses du corps. On pouvait aussi citer ici les glandes des pattes des Phronimides. Les glandes cutanées, unicellulaires se rencontrent encore répandues sur tout le corps chez l'Argulus, elles ne manquent pas non plus chez les Copépodes. Je crois que sous le point de vue morphologique, ces glandes peuvent être rangées, sans difficulté, à côté de celles des Isopodes.

Nous pourrions encore dire que le développement prédominant des glandes dans les urostyles s'oppose aussi à ce qu'on les considère comme des organes segmentaires, puisque les urostyles doivent être considérés comme des extrémités modifiées. Si l'on voulait indiquer dans le corps des crustacés un homologue des organes segmentaires des annélides, on pourrait nommer avec plus de raison la glande des antennes et celle du test des entomastracés.

Comme nous l'avons dit plus haut, M. Huet voudrait rapprocher aussi les Cloportides des myriapodes, mais ne dit pas sous quel rapport; on ne pourrait penser à autre chose sinon aux glandes cutanées qui, chez les chilognathes s'ouvrent au dehors au moyen des *foramina repugnantia.* A celles-ci non plus, on ne peut donner le nom d'organes segmentaires, quand on entend par ce nom les organes connus des annélides.

Il ressort de recherches que j'ai faites dans les derniers temps, que ces glandes se présentent de manières fort diverses chez les différents genres de Chilognathes, et que chez plusieurs elles ne se présentent pas du tout d'une manière segmentaire. Ainsi j'ai trouvé chez une *Fontaria* qui, à l'exception de la tête et du segment caudal, comptait 18 segments, une glande à chaque côté des segments suivants : 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18. — Chez le *Blaujulus guttulatus* les glandes cutanées manquent dans les cinq premiers et les quatre derniers segments. Mais on rencontre aussi des exemplaires adultes où les deux derniers segments seuls en sont dépourvus ; la même chose se présente chez l'*Allajulus guttatus.* Morphologiquement parlant, ces glandes cutanées n'ont du reste rien de commun avec celles des isopodes. Celles-là sont des poches glandulaires pourvues d'une tunica propria et d'une tunica intima entre lesquelles se trouve une couche simple de cellules glanduleuses, tandis que les glandes des isopodes sont unicellulaires.

Enfin je puis faire mention ici que j'ai encore eu l'occasion d'examiner le Platyarthrus Hoffmanuseggii Br (Typhloniscus Steini, Schöbl), quoique sur un seul exemplaire frais. J'ai pu cependant me convaincre qu'ici aussi les glandes sont disposées tout à fait de la même manière et bornées aux segments postérieurs comme nous l'avons dit pour le Trichoniscus. Il me semblait d'abord qu'il se trouvait des glandes sur les épimères des autres segments, mais c'était une illusion causée par les larges mailles du tissu submatrical du corps adipeux, illusion d'autant plus explicable, que dans le réseau de ce tissu se trouvaient enclavées quelques cellules de grande dimension.

Si je ne suis pas d'accord avec M. Huet quant à la signification des glandes des isopodes comme organes segmentaires, j'ai pourtant lieu de saluer avec satisfaction ses recherches, puisqu'elles confirment de la manière la plus franche mes propres observations.

Réponse a M. Max Weber par M. Huet.

Lorsque monsieur le professeur Robin a présenté à l'Institut ma note intitulée : « Sur l'existence d'organes segmentaires chez certains crustacés Isopodes », j'étais absent de Paris depuis quelques mois, et n'avais pu prendre connaissance du travail de M. le docteur Max Weber, d'Utrecht, sans quoi je me fusse fait un devoir de le citer, d'autant plus qu'au point de vue anatomique, mes recherches m'ont amené à des conclusions un peu différentes des siennes. Pour ce qui a trait à la zoologie générale je me range à son avis, j'abandonne volontiers la qualification d'organes segmentaires, et admets que le titre de glandes cutanées est en effet préférable dans sa simplicité.

Au point de vue purement anatomique voici à quels résultats je suis parvenu : chez tous les Cloportides terrestres que j'ai eu l'occasion d'examiner, j'ai trouvé toujours dans la partie postérieure du pléon, des glandes débouchant dans les urostyles. Ces glandes ont été signalées par Lereboulet (*Mémoires de la Société des Sciences Naturelles de Strasbourg*, 1850), puis par M. Max Weber (*Archiv. für mikroskopische anatomie*, 1881), qui les a signalées, non seulement dans le pléon, mais encore dans les 5ᵉ, 6ᵉ et 7ᵉ anneaux du péréion. Pour ma part, chez certains cloportides je les ai trouvés non seulement là où M. Lereboulet et M. Max Weber les ont vues, mais de plus sur tous les anneaux du péréion.

Chez le *Porcellio Lœvis* on trouve sept paires de glandes sur le péréion et de plus, à la partie postérieure du corps tant dans le pléon que dans le telson, d'autres glandes de même nature s'ouvrant au côté externe de l'article externe des urostyles. Les glandes du péréion ont des ouvertures particulières, en crible, sur les épimères des anneaux qui les portent.

Chez le *Porcellio Scaber* on les voit aux mêmes points mais de plus les glandes des trois derniers anneaux du pléon ont des ouvertures propres. Les ouvertures ne manquent que sur les deux premiers anneaux de ce segment du corps, anneaux très réduits et recouverts en partie par la portion postérieure du péréion. Tous les anneaux du corps du *Porcellio scaber* sauf deux, possèdent donc des glandes particulières, ayant des ouvertures propres. Celles du télson s'ouvrent comme d'ordinaire sur les urostyles.

Chez le *Porcellio Frontalis* il n'y en a que dans le pléon et le telson; elles s'ouvrent toutes sur les urostyles.

Il en est de même pour l'*Oniscus muscorum*. (*Philoscie des Mousses*, de Latreille.)

Ligidie. Les glandes cutanées de la *ligidie* sont réparties comme celles du *Porcellio lœvis*.

Armadille. Comme chez le *Porcellio Frontalis*.

J'ai vérifié ces faits sur les animaux indiqués ci-dessus; depuis que la note de M. Weber m'a été communiquée.

Quant aux glandes elles-mêmes, elles m'ont paru offrir des caractères anatomiques toujours identiques; si l'on isole une d'elles et qu'on l'examine au microscope on voit qu'elle est constituée par un élément cellulaire vraiment gigantesque puisque dans certains cas, il mesure un 5ᵉ de millimètre.

Chaque élément est formé d'un corps lobé renfermant *toujours* deux gros noyaux granuleux, rapprochés l'un de l'autre, symétriques.

Contrairement à l'opinion que M. Weber a émise dans son mémoire, et après un nouvel examen, je persiste à croire que chaque glande possède effectivement deux noyaux et qu'il n'y a là aucune illusion d'optique.

Sur le *Porcellio Lævis* en particulier où ces éléments sont de grande dimension et se laissent assez facilement isoler, le fait me semble indiscutable. Ainsi que le fait remarquer M. Weber, si l'on se contente pour observer ces glandes d'une simple dissociation on est exposé à les confondre avec le tissu cellulaire ambiant. Pour éviter cette cause d'erreur j'ai eu recours aux moyens suivants : la matière transparente et visqueuse sécrétée par ces glandes se coagule par l'alcool et devient opaque. Si donc on fixe ces animaux dans une cuve à dissection remplie de ce liquide, on voit apparaître sur chaque crible une tache blanche plus ou moins volumineuse, qui, dans la plupart des cas, est visible à l'œil nu, mais qu'on aperçoit toujours si l'on recours à l'emploi de la loupe.

Non content de cela, j'ai étudié directement les cribles eux-mêmes.

Pour ce faire, il suffit de détacher les épinières et de les décalcifier par l'acide formique. On enlève la lame supérieure de l'épinière, on la lave dans l'eau distillée, enfin on la colore par le picrocarmin et l'on monte dans la glycérine. La lame de l'épinière est colorée vivement par le carmin, et les ouvertures des cribles laissant passer la lumière transmise par le miroir deviennent parfaitement visibles. Enfin la glycérine ne déforme pas le tissu cellulaire tandis qu'elle rétracte et ratatine en quelque sorte le corps cellulaire des glandes cutanées.

Ayant eu recours à ces différents moyens de contrôle, je crois, sauf erreur, de détermination, pouvoir affirmer l'existence de glandes cutanées chez les animaux là où je les ai signalées.

C'est parce que chez certains Cloportes je les avais trouvées disposées régulièrement sur chacun des segments du corps, que je les avais désignées sous le nom d'organes segmentaires.

M. Weber semble croire que je considère ces glandes comme composées ; je ne puis que le renvoyer à la fin de ma communication où je m'exprime ainsi : « Les conduits excréteurs ne s'anastamosent pas entre eux, mais vont « aboutir séparément à une des ouvertures des cribles ou de la fente des uro- « styles. » Et plus loin : « Ce sont donc des glandes unicellulaires agglomé- « rées. »

De ce qui a été dit plus haut il résulte qu'on ne peraît pas devoir attacher une trop grande importance aux variations que l'on remarque dans la distribution de ces glandes. On peut dire seulement que chez les Isopodes terrestres elles se rencontrent toujours dans la partie postérieure du corps.

C'est là un caractère constant, car, et là encore je suis obligé de me séparer de M. Weber, je ne puis considérer la Ligie, malgré ses caractères extérieurs, que comme un isopode marin devant être par conséquent éloigné de la Ligidie. J'ai en portefeuille les matériaux d'un travail sur les Isopodes ou je crois démontrer que la Ligie n'est nullement un animal terrestre, elle est dépourvue de glandes cutanées, enfin par son mode de respiration elle se rapproche des Isopodes dont l'habitat est aquatique.

Qu'il me suffise ici de dire que j'ai pu garder des Ligies vivantes pendant huit jours pleins, dans l'eau *courante*. Dans un milieu confiné, suffisant cependant pour entretenir la vie chez les Idotées, elles meurent en quelques heures. Tous les cloportides terrestres au contraire meurent rapidement lorsqu'ils sont immergés.

Quant à l'extension que les glandes cutanées peuvent prendre sur les anneaux du corps des Isopodes terrestres, elle est très variable, et n'offre rien de caractéristique, puisque des espèces voisines présentent à ce point de vue de grandes différences. On pourrait tout au plus en faire un caractère spécifique.

Pour ce qui est de l'usage de ces glandes, me basant sur ce fait qu'on les rencontre sur toutes l'étendue du corps chez certaines espèces, j'ai de la peine à admettre avec M. Weber quelles soient en connexion avec les organes de la génération. Mais j'avoue pour ma part ignorer complètement quelle peut être leur fonction.

Il ne me reste en terminant qu'à remercier M. Max Weber de la courtoisie de sa polémique et qu'à me féliciter des circonstances qui m'ont mis en rapport avec lui.

ANALYSES ET EXTRAITS

DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

E. Javal. — *De la vision binoculaire.* Conférence extraite des *Annales d'Oculistique.* T. LXXV. Mai-Juin 1881.

Nous allons réveiller aujourd'hui les échos d'une discussion qui passionna longtemps tous ceux qui s'occupaient de physiologie des organes des sens.

A la suite de la découverte du stéréoscope, par Wheatstone, quand on vit avec quelle facilité nous fusionnons en un résultat unique les images différentes que nous fournissent les deux yeux, deux théories se livrèrent bataille, celle des *projections* et celle des *points identiques*. Au plus fort de la mêlée, il y a bientôt quinze ans, apparut Helmholtz avec la troisième partie de son *Optique physiologique*, où il prend parti pour la théorie *empiristique* contre la théorie *nativistique*. Cette intervention du grand physiologiste allemand eut pour effet de faire cesser le débat en le déplaçant. En effet, la plupart des partisans de la théorie des projections acceptèrent sans difficulté la théorie empiristique, tandis que les partisans des points identiques, parmi lesquels je me range résolument, intimidés par l'intervention de Helmholtz, qui paraît leur donner tort sans le dire explicitement, quittèrent une lutte dans laquelle ils avaient la galerie contre eux.

En reprenant aujourd'hui cette question déjà vieille, mais toujours en suspens, je m'appuierai principalement sur les arguments que fournissent les faits pathologiques observés chez les strabiques convergents (1).

En résumé, quatre hypothèses sont en présence :

1° Théorie nativistique des points identiques;

2° Théorie nativistique des projections;

3° Théorie empiristique des points identiques;

4° Théorie empiristique des projections.

1) La *théorie nativistique des points identiques* est celle de l'illustre J.-H. Müller, soutenue depuis avec un incontestable talent par Hering. C'est aussi celle que Helmholtz combat pied à pied.

2) La *théorie nativistique des projections* est celle que Giraud-Teulon a exposée, et à laquelle Serre (d'Uzès) paraissait se rattacher; elle consiste à admettre que les rétines sont naturellement construites

(1) En rédigeant cette conférence l'auteur a supposé que chaque malade était examiné au moment le plus intéressant pour la question en litige.

de manière à voir simples les points qui se peignent sur des points correspondants, et même, dans certaines limites, des points qui se peignent sur des points non correspondants de leur surface, et qu'alors il se produirait la sensation du relief. C'est Panum qui me paraît avoir donné à cette théorie tout le développement logique qu'elle comporte.

3) La *théorie empiristique des points identiques* est celle qui me paraît exacte; c'est celle des partisans des points identiques qui n'ont pas parlé de mécanisme préétabli. Elle me semble parfaitement compatible avec la plupart des faits exposés par Helmholtz.

4) La *théorie empiristique des projections* est suffisamment connue; c'est celle de Helmholtz; je ferai seulement remarquer que c'est pour provoquer le caractère empiristique de sa théorie que Helmholtz a accumulé les preuves : son argumentation subsiste à peu près intacte si l'on adopte la théorie précédente.

La question étant ainsi posée, notre tâche se simplifie : il s'agit de démontrer : I, que toute théorie nativistique est fausse. II, que la théorie empiristique se concilie mieux avec celle des points synesthétiques qu'avec celle des projections.

I

Un premier point à établir, c'est que, si nous ne distinguons pas l'une de l'autre les impressions fournies par nos deux yeux, c'est là un résultat d'habitude. Helmholtz fonde principalement sa démonstration sur les phénomènes délicates d'antagonisme des champs visuels. Voici une petite malade qui en fournit une preuve directe : Elle louche depuis l'âge de 2 ans environ, et elle a actuellement 10 ans. Des exercices de vision binoculaire l'ont mise récemment en état de redresser ses yeux pour fusionner des photographies stéréoscopiques. Faisons quelques taches d'encre au hasard sur les deux épreuves d'une photographie, et mettons l'image dans le stéréoscope. La malade reconnaît imperturbablement à quelle épreuve appartient chaque tache; si on lui demande comment elle s'y prend, elle ne sait trop que répondre; elle s'étonne que tout le monde ne sente pas à quel œil appartient chaque sensation éprouvée.

Cette expérience suffit pour démontrer l'erreur de ceux qui admettent, entre les deux rétines, une liaison telle que nous ne saurions reconnaître auquel de deux points synesthétiques nous devons rapporter une impression reçue par l'un d'eux (1).

Voici un second malade chez qui les impressions reçues par les points synesthétiques sont encore plus profondément dissociées. A. B, est âgé de 11 ans et louche très fortement en dedans depuis l'âge de

(1) Les récentes expériences du prof. Ernest V. Fleischl (Ac. des sc. de Vienne, 17 mars 1881), malgré toute leur ingéniosité, démontrent seulement qu'à l'état sain nous avons perdu la faculté de reconnaître à quel œil est attribuable une sensation : nous gardons cette faculté à *l'état inconscient*, ainsi que je l'ai démontré ailleurs.

3 ans. En ce moment, son œil droit est dirigé vers la fenêtre et son œil gauche me regarde. Un petit écran empêche son œil gauche de voir la fenêtre. Eh bien ! il voit simultanément la fenêtre et ma tête dans la position qu'elles occupent en réalité, tandis que, si les impressions des points corrospondants des rétines se fusionnaient, il devrait les reporter au même endroit de l'espace et voir ma tête au milieu de la fenêtre.

A cette expérience, l'illustre Alb. de Graefe a objecté que les malades de ce genre pourraient bien être affectés d'*incongruence des rétines;* en d'autres termes, on a pensé que, par suite d'une disposition vicieuse et innée des éléments rétiniens, les points synesthétiques seraient loin d'occuper, dans les deux yeux, des positions correspondantes, ainsi que cela a lieu dans les yeux sains. Pour écarter cette objection, il suffit d'examiner cette troisième malade, qui était dans le même cas : chez elle, la ténotomie des deux muscles droits internes a supprimé le strabisme, et la malade voit simple binoculairement; dès que les yeux ont été replacés dans une position correcte par l'opération, il s'est rétabli, entre les points correspondants des deux rétines, la relation qui existe entre ces points à l'état sain, modif fication inexplicable dans l'hypothèse de l'incongruence. Je m'empresse d'ajouter que la suppression opérative du strabisme ne fait généralement pas disparaître aussi vite la relation qui s'était établie entre les deux rétines.

Je dois faire observer cependant que cette dernière malade permettrait de faire une grave objection à la théorie empiristique. En effet, comment expliquer qu'une opération puisse modifier subitement la manière dont se correspondent les points des deux rétines? Avant l'opération, comme les yeux appréciaient correctement la position des objets, une impression reçue par la *fovea* de l'œil gauche était attribuée à un objet situé à droite du point de fixation de l'œil droit ; après l'opération correctrice du strabisme, les impressions reçues par les deux *fovea* se fusionnent en une seule. Pour expliquer ce phénomène, je crois devoir admettre que, chacun de ses yeux, la malade savait apprécier la position des objets *par rapport au point fixé.* Actuellement, les deux yeux fixant un même point, ce point est vu unique, car, pour un œil comme pour l'autre, ce point joue maintenant le rôle de *point de fixation.* Ceci demande quelques explications.

Examinons à cet effet une quatrième malade, très propre à éclaircir le point qui nous occupe : Elle a 21 ans et louchait en dedans depuis l'âge de 5 ans. Une double ténotomie a presque supprimé le strabisme; mais, au lieu de produire la vision simple binoculaire comme chez la malade précédente, l'opération a produit une diplopie croisée, c'est-à-dire que l'image vue par l'œil gauche est à droite de celle vue par l'œil droit. La distance de ces images est telle qu'on les amène à se superposer en mettant devant les yeux des prismes à arête externe, calculés de manière à compenser optiquement la déviation obtenue

par la ténotomie. Deux prismes de 8 degrés chacun remplissent parfaitement ce but. Si je mets un seul prisme de 8 degrés devant l'un des yeux, la malade voit des images doubles croisées, moins éloignées que tout-à-l'heure. J'engage la malade à fixer celle des deux images d'une bougie qu'elle voit à sa droite, c'est-à-dire de l'œil gauche, puis de porter le regard sur celle qu'elle voit *plus à gauche*. Il lui faut, pour y parvenir, tourner les deux yeux *plus à droite*. Il suffit de lui faire répéter une ou deux fois cette manœuvre, pour que les doubles images deviennent subitement *directes;* le motif de ce chargement, c'est que l'expérience a été disposée de manière à faire éclater l'absurdité de la position des images doubles par rapport à la vision binoculaire, où tout doit se localiser par rapport au point de fixation. La malade, qui est d'une intelligence rare, affirme ne pas comprendre pourquoi le déplacement des images se produit, tandis qu'on en saisit fort bien le mécanisme : lorsque la malade est obligée de tourner les yeux vers sa droite pour apercevoir une image, elle ne peut continuer à croire que cette image est à gauche de celle qu'elle regardait précédemment.

Le changement de position des images doubles, ainsi produit en moins d'une minute chez une personne qui louche depuis vingt ans, paraît d'abord peu conciliable avec la théorie empiristique ; car pour expliquer les phénomènes que je viens de décrire, il ne suffit pas de dire qu'une expérience de quelques secondes modifie les phénomènes de diplopie au point de les mettre en opposition avec ce qu'ils devraient être d'après une habitude invétérée. Le changement observé n'est possible que parce que la malade est en présence de deux habitudes contraires. Son strabisme étant *alternant* chaque œil sait apprécier correctement la position des objets quand il fixe, et correctement aussi, mais d'une tout autre manière, quand il est dévié. Les images doubles croisées répondent à l'appréciation qui s'était formée en tenant compte de la déviation ; en faisant fixer alternativement les yeux avec rapidité, nous avons fait se produire simultanément l'appréciation que donne chaque œil quand il fixe, et il en résulte la perception d'images doubles directes, placées comme elles le seraient chez une personne qui n'a jamais louché.

Comme il s'agit d'une question fort délicate, je crois utile d'invoquer une cinquième malade, dont le cas très rare ne ressemble à aucun des précédents. Mlle X., âgée de 25 ans, est louche de naissance par suite d'insuffisance de presque tous les muscles moteurs des yeux. Ces organes sont placés de manière à converger vers un point situé à environ un mètre devant elle. Plus loin, les objets sont vus doubles en images directes ; plus près, les doubles images sont croisées. C'est assez dire que les images sont placées comme pour une personne saine dont les yeux seraient subitement frappés d'immobilité. Si l'on poussait l'adoption de la théorie empiristique jusqu'à dire que les yeux apprennent à voir les objets simples quand ils fonctionnent de la manière dont ils ont l'habitude de se comporter, le cas

serait inexplicable, tandis qu'il devient très clair dès qu'on admet seulement l'influence de l'habitude sur la manière dont les parties de la rétine autre que la *fovea* extériorisent leurs impressions.

Avant de passer à la seconde partie de notre sujet, il nous faut dire un mot d'un phénomène, connu sous le nom de *neutralisation*, que Helmholtz n'a pas pu observer sur les yeux sains avec la netteté qu'il présente chez les strabiques.

Pour étudier les doubles images chez la plupart des malades que nous venons d'examiner, j'ai mis un verre rouge devant un de leurs yeux. Ce verre présente un premier avantage, celui de permettre au malade de ne pas se tromper dans ses réponses, car la différence de coloration lui fait reconnaître entre elles les images des deux yeux. Un second avantage, très frappant chez la dernière malade par exemple, c'est que l'emploi de ce verre suffit généralement pour supprimer la neutralisation de l'une des images, c'est-à-dire pour faire apparaître les images doubles, alors que l'une d'entre elles n'était pas perçue. C'est, en effet, un phénomène constant chez le strabiques invétérés qu'une absence de diplopie attribuable à la suppression de l'une des images doubles, et cette neutralisation a souvent donné le change aux observateurs qui ont cru avoir affaire à de la vision binoculaire, alors que les malades voyaient monoculairement en supprimant l'une des doubles images.

Je renvoie à ma thèse sur le strabisme dans les applications à la théorie de la vision binoculaire (Paris, Masson, 1868), pour l'étude de malades qui voient *triple* après la ténotomie; ces phénomènes de diplopie monoculaire avec images très distantes prouvent bien le rôle de l'expérience dans la localisation des images; un œil a appris à localiser d'une certaine façon quand il fixe et d'une autre quand il louche; après la ténotomie, en se servant adroitement du stéréoscope, on peut obtenir *simultanément* les deux localisations pour un même œil. Qui peut soutenir qu'il y ait là une disposition native? Les malades de ce genre me paraissent fournir la preuve la plus éclatante de l'influence de l'habitude sur la localisation des images, puisqu'un œil affecté de strabisme intermittent peut localiser de deux manières différentes qu'il a apprises, l'une quand il fixait, l'autre quand il regardait périphériquement sans cesser de loucher. Je le répète, ces faits sont inconciliables avec la théorie nativistique.

II

Abordons maintenant la seconde partie de la question, c'est-à-dire la discussion entre la théorie de l'identité et celle des projections.

Dans ce qui précède, nous avons eu constamment à étudier des phénomènes de diplopie ; actuellement, au contraire, nous aurons à faire à la vision simple binoculaire ; nous aurons à rechercher par quel mécanisme des images différentes reçues par les deux rétines peuvent donner la perception du relief.

Voici la question dens toute sa simplicité : deux points de l'espace sont inégalement éloignés de l'observateur ; tant qu'on ne fait usage que d'un seul œil, si aucune circonstance accessoire n'intervient, il est impossible de reconnaître quel est le plus voisin de ces deux points. Quand les deux yeux sont ouverts, au contraire, on peut mesurer du regard la distance qui sépare l'un de l'autre les deux points dans l'espace, et cela avec une précision comparable à l'évaluation de la distance de deux points situés dans un plan vertical parallèle à la ligne qui joint les deux yeux. Pour les partisans des projections, il suffit de dire qu'on localise chaque point à la rencontre des lignes de direction qui vont de la rétine à ce point. Rien de plus simple ; mais alors, les doubles images physiologiques deviennent absolument inexplicables ; il n'y a plus d'horoptère, et si, à la théorie des projections, on associe la théorie empiristique, il n'y a plus à songer à guérir le strabisme par des exercices stéréoscopiques, ce que cependant je fais journellement.

En réalité, pour les partisans de la théorie des projections, les images doubles physiologiques passent inaperçues comme pour le vulgaire, et ce sont précisément ces images qui servent de régulateur au mouvement de nos yeux pour mesurer le relief, et qui nous donnent, dans le regard immobile, une première appréciation de la troisième dimension.

Les personnes qui n'ont pas encore fait d'expériences sur la vision binoculaire ont tout d'abord quelque peine à percevoir les images doubles. Peu à peu, l'exercice aidant, elles les distinguent de plus en plus facilement ; mais personne ne peut pousser l'exercice assez loin pour voir doubles tous les points situés en dehors de l'horoptère. Si quelqu'un en arrivait là, il deviendrait bien difficile de défendre en sa présence la théorie des projections.

Ici encore, l'observation des strabiques va nous fournir un renseignement précieux : Mademoiselle C....., âgée de 19 ans, louchait depuis sa naissance ; cette personne, fort instruite et douée d'un rare talent d'observation, a été opérée de strabisme il y a environ deux ans. Après l'opération, elle ne voyait aucun objet absolument simple : elle voyait seulement deux images au même endroit, ces images étant reconnaissables l'une de l'autre grâce à une légère différence de grandeur. Après plusieurs mois d'exercice, elle pouvait lire lentement, ne voyant bien simples que quelques lettres à la fois. Maintenant, les deux images d'un objet lui donnent une impression unique, et ne lui présentent plus l'apparence d'images plus ou moins imparfaitement emboîtées l'un dans l'autre. Ainsi, après son opération, Mademoiselle C... distinguait les doubles images avec une perfection rare, et il lui a fallu deux ans pour ne plus les voir : quoi d'étonnant si, après quelques essais sur les yeux, les partisans des projections affirment ne pas voir les doubles images de points situés très près de l'horoptère : il faudrait s'y exercer pendant des mois avant d'être si affirmatif.

Une expérience fort simple nous permet de donner une idée très nette de ce que doit être le champ visuel d'une personne qui ne neutralise rien des images reçues par ses deux yeux. Prenons les deux épreuves d'une photographie stéréoscopique faite sur papier aussi mince et transparent que possible. Appliquons l'une de ces épreuves, celle de l'œil gauche, par exemple, sur une des vitres de la croisée, et cherchons à lui superposer l'épreuve destinée à l'œil droit. La superposition exacte ne peut se faire à la fois que pour un très petit nombre de points. Aux environs d'un point pour lequel nous aurons fait la superposition exacte, le reste des images coïncide à peu près parfaitement, et la coïncidence est de moins en parfaite pour la représentation des points de l'espace qui sont de plus en plus loin d'être à la même distance de l'observateur que le point pour lequel nous avons effectué la coïncidence.

Nous allons un peu modifier l'expérience que nous venons de faire, de manière à nous rapprocher davantage encore des conditions de la vision binoculaire. A cet effet, découpons un petit cercle de 3 à 4 millimètres de diamètre dans une feuille de papier, et mettons successivement sur la vitre cette feuille, la photographie gauche, puis la photographie droite. Pour voir nettement un point du dessin, il faut amener devant le diaphragme de papier les deux points correspondants des deux photographies. Pour passer à un second point, on peut déplacer d'abord les deux images, pour amener ce nouveau point dans le cercle éclairé par le diaphragme, puis donner à la photographie supérieure un petit mouvement *complémentaire* pour obtenir une coïncidence complète.

Ainsi modifiée, l'expérience donne une idée assez juste de ce que nous faisons quand nous regardons autour de nous : nous déplaçons d'abord les deux yeux d'une même quantité, pour amener sur les *macula* le point que nous voulons regarder; puis nous effectuons un petit mouvement complémentaire, pour obtenir la superposition parfaite des deux images du point fixé avec les deux *fovea*. La grandeur du mouvement complémentaire donne la mesure du relief.

Quand on se trouve simplement en présence de deux points lumineux, les choses se passent conformément à l'explication précédente, ainsi qu'il est facile de s'en assurer en mettant un verre rouge devant l'un des yeux. Quand on passe du point le plus lointain au point le plus voisin, on aperçoit des images doubles croisées avant de voir simple.

Quand on se trouve, au contraire, en présence d'un objet réel, les choses se passent d'une manière plus compliquée. La vue ne se porte pas subitement d'un point à l'autre de cet objet, et le point de fixation parcourt une trajectoire plus ou moins compliquée, située généralement à la surface de l'objet. Les différents points de cette trajectoire sont vus simples successivement, et il se fait une série de ces petits mouvements, que j'ai appelés complémentaires, et qui donnent une idée nette du relief de l'objet.

Pour prouver le rôle des mouvements complémentaires continus dans la production du relief, j'ai imaginé l'expérience stéréoscopique suivante : dans le champ gauche du stéréoscope, je trace une ellipse horizontale, et dans le champ droit un cercle, dont le diamètre est égal au petit axe de l'ellipse. L'image binoculaire résultante est évidemment une ellipse plus allongée que celle offerte à l'œil gauche, et dont le plan est incliné par rapport à celui du tableau, le sommet de droite paraissant situé bien plus loin de l'observateur que celui de gauche. Mais, si l'on couvre les deux surfaces par des hâchures verticales équidistantes, aussitôt la figure résultante revient se placer dans le plan du tableau, et, la notion du relief disparaissant, l'ellipse se raccourcit considérablement. Cela tient à ce que, les fines lignes verticales attirant le regard, les yeux ne se promènent plus horizontalement d'une manière continue et simultanée. Si nos verticales sont écartées de 1^{mm}, et qu'il y en ait 13 dans l'ellipse et 10 dans le cercle le mouvement complémentaire total de 3 millimètres se fait en trois secousses de 1 millimètre chacune, ou parfois seulement en deux secousses, dont l'une est de 4 millimètres. Ces secousses, tout-à-fait inusitées dans la vision habituelle, ne donnent aucun sentiment de relief, et les mouvements complémentaires passent inaperçus.

L'expérience que nous venons de faire présente encore des résultats fort curieux, quand on essaye de compter les hâchures, mais c'est un point sur lequel il est inutile de s'arrêter ici. L'essentiel, c'est que l'addition de ces lignes équidistantes supprime subitement le relief, en empêchant les mouvements complémentaires successifs.

J'ai déjà dit que la neutralisation joue un rôle important dans la vision binoculaire. Cette neutralisation se fait d'une manière systématique. Comme c'est là une opinion qui m'est personnelle, je me sens obligé à en donner une démonstration rigoureuse : regardez par la fenêtre, et remarquez les limites du champ découpé par son cadre sur la maison située de l'autre côté de la rue, vous constaterez avec facilité que, si vous fermez l'œil gauche, le champ diminue à votre droite; si vous fermez le droit, c'est à votre gauche que la vue s'étend moins loin que tout-à-l'heure. Avec un peu d'attention, vous remarquerez une seconde image de chacun des montants de la fenêtre. Si ces doubles images du montant sont fugitives, c'est qu'elles sont sans intérêt en comparaison de la partie de la maison voisine qui se peint à la place correspondante de la rétine de l'autre œil. Un peintre qui voudra reproduire ce que vous voyez peindra vers la gauche les objets tels qu'ils sont vus par son œil droit; vers la droite du tableau, il les peindra tels que les voit son œil gauche.

Prenez maintenant une pièce de monnaie et tenez-la un peu obliquement, de manière à la voir presque suivant la tranche de l'œil gauche et un peu plus de face de l'œil droit. Vous remarquerez sans peine, en fermant alternativement les deux yeux, que l'image binoculaire de cette pièce est identique à celle reçue par l'œil droit et ne ressemble pas à celle que perçoit l'œil gauche. Pourquoi ? C'est parce que *la neu-*

tralisation laisse toujours persister celle des deux images qui nous donne la notion la plus complète de l'objet dont nous nous occupons.

Je viens d'indiquer deux expériences où la neutralisation se manifeste clairement. Pour vous faire une idée nette du rôle qu'elle joue dans la vision, je vous engage à examiner des images stéréoscopiques de monuments; puis, d'après le principe que je viens d'énoncer, vous tâcherez de prévoir, pour les différentes parties de ces images, quels seront les endroits qui seront vus par l'un et l'autre œil dans l'image binoculaire; après quelques essais, vous vous tromperez bien rarement dans vos prévisions (1).

Vous remarquerez que, dans tout ce qui précède, j'ai attribué uniquement aux mouvements des yeux la perception du relief. C'est ce qu'avait déjà fait Brüke; mais, faute de tenir un compte suffisant du phénomène, si réel, de la neutralisation, les physiologistes ont généralement abandonné cette explication. Il est clair, en effet, que, si l'on admet l'existence de points synesthétiques sans ajouter le fait de la neutralisation, on ne comprend plus du tout comment la vision binoculaire n'est pas un affreux mélange d'images doubles. Devons-nous sauter à pieds joints par dessus la difficulté et dire que nous voyons simple parce que l'expérience nous a appris à rapporter chaque fois les doubles images à un objet unique? C'est dans cette erreur que tombent les partisans de la théorie des projections. Pour comprendre que leur théorie n'explique absolument rien, il suffit des remarquer que, si tout objet est vu simple au point de croisement des lignes de direction, il n'existera plus jamais aucun objet qui soit vu double. Dans un tout autre ordre d'idées, il suffit également de savoir que jamais aucun strabique ne perçoit le relief binoculaire; du moins je n'en ai pas rencontré un qui le vît, sur près de deux cents que j'ai examinés à ce point de vue; et la théorie empiristique des projections exigerait que certains strabiques pussent percevoir le relief stéréoscopique.

Quelques auteurs poussent moins loin les conséquences de la théorie des projections, en disant que les images doubles produisent le relief, indépendemment des mouvements des yeux, mais alors seulement qu'elles cessent d'être vues doubles. Où posera-t-on la limite? Je suis parvenu à percevoir des doubles images excessivement voisines. M. Hering paraît être passé maître dans cet exercice, et, avec de la patience, on arriverait sans doute à voir double tout ce qui n'est pas dans l'horoptère. Dira-t-on que les personnes qui arriveront à voir double tout ce qui n'est pas dans l'horoptère perdront la notion du relief? Il me paraît beaucoup plus sage de s'en tenir aux points synesthétiques de J.-H. Müller, et de rejeter la jeune théorie des projections, tant qu'on aura pas fait d'objections sérieuses à son aînée et que les projectionnistes n'auront rien de plus clair à nous offrir.

(1) Ces diverses expériences ne réussissent bien que chez les personnes dont les deux yeux sont à peu près égaux. Elles avaient été pressenties par Léonard de Vinci.

Après avoir exposé la théorie des points synesthétiques telle qu'elle me paraît devoir être adoptée, et avoir présenté les difficultés que me semble rencontrer celle des projections, il me reste à réfuter deux objections sérieuses.

La première, c'est que, suivant Dor, le sentiment du relief a le temps de se manifester pendant la durée d'une étincelle électrique, durée beaucoup trop faible pour permettre la production de mouvements des yeux. Bien que n'ayant pas fait l'expérience, je l'admets pour le *sentiment* et non pour la *mesure* du relief, ce qui est fort différent. C'est faute d'avoir fait cette distinction que Donders est arrivé à des conclusions qui me paraissent inexactes. Donders faisant partir une petite étincelle électrique, tantôt en avant, tantôt en arrière d'un point lumineux fixe, l'observateur, même sans percevoir les images doubles, reconnaissait avec certitude si l'étincelle intermittente s'était montrée en avant ou en arrière du point de fixe. Or, ceci n'est nullement incompatible avec la théorie des points synesthétiques. Supposons, en effet, qu'on fasse faire l'expérience à la première des malades que j'ai citées. Suivant que l'étincelle partira en avant ou en arrière du point de fixation, cette malade annoncera avoir senti l'image de l'œil droit à gauche, et celle de l'œil gauche à droite, ou inversement. En d'autres termes, comme elle sait reconnaître à quel œil appartient chaque impression, elle sait dire qu'elle perçoit des images croisées ou des images directes. Laissons faire l'habitude et les raisonnements inconscients, et bientôt la perception d'images croisées ou directes sera remplacée par celle d'un point situé en deçà ou au delà du point fixé. Ainsi, dans l'expérience de Donders, il y aura perception *qualitative* du relief, explicable par la théorie des points identiques : et c'est tout ce que cette expérience donne; rien ne doit donc nous empêcher de conserver l'opinion que la perception *qualitative* du relief ne peut s'obtenir que grâce aux mouvements des yeux.

La seconde objection sérieuse qu'on a faite à la théorie des points identiques, c'est qu'on peut percevoir le relief dans les images accidentelles. Si cela est vrai, toute mon argumentation est sans valeur aucune. Malheureusement, ici encore, il s'agit d'expériences excessivement fugitives. Je crois volontiers qu'on peut, avec des images accidentelles, obtenir quelque chose d'analogue à ce que donne l'expérience de Donders, mais jamais les essais sur les images accidentelles n'auront assez de précision pour permettre de décider si, oui ou non, les mouvements des yeux sont un élément indispensable de la perception du relief. Or, tant qu'on n'aura pas prouvé que le relief peut se percevoir exactement sans leur secours, il n'y aura aucun motif sérieux d'abandonner la théorie des points identiques.

Alf. Giard. — *Sur un type synthétique d'Annélide* (Anoplonereis Herrmanni), *commensal des* Balanoglossus (1). (Extrait des comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences du 4 septembre 1882.)

Les riches plages de sable des îles Glénans, notamment celles de l'île du Loch et de l'île Saint-Nicolas, renferment deux belles espèces du genre *Balanoglossus;* sans parler des caractères anatomiques et embryogéniques qui les distinguent, ces deux espèces diffèrent à première vue par la largeur et la couleur de leur région branchio-génitale. L'une est d'un jaune orangé dans le sexe mâle, d'un jaune grisâtre chez la femelle, d'un brun clair chez l'animal immaturé : je l'appellerai *Balanoglossus Robinii.* La seconde espèce, un peu plus grêle que la première et beaucoup moins large dans la region thoracique, présente dans les deux sexes, une couleur saumonée, plus vive chez la femelle, plus tendre chez le mâle, d'un rose terne chez l'animal asexué: je lui donne le nom de *Balanoglosus salmoneus.*

Ces deux formes paraissent voisines de *B. aurantiacus,* trouvé par Leydy à Atlantic City, en compagnie de *Solen ensis, Donax fossor* et de diverses Annélides des genres *Clymena* et *Glycera.*

C'est au milieu d'une faune semblable que vivent les *Balanoglossus* des îles Glénans. Leur abondance est très grande; s'il est difficile de les extraire en entier, à cause de leur grande longuenr (un mètre et plus) et de leur extrême fragilité, rien n'est plus facile que de découvrir leur gîte, grâce au tortillon de sable d'une forme particulière qui en couvre l'issue. On peut d'ailleurs les atteindre à toute marée, surtout le *B. salmoneus,* qui remonte plus près du rivage.

L'extrémité postérieure, voisine du tortillon, est celle qu'on extrait le plus facilement; elle ressemble tout à fait à un intestin de Spatangue rempli de sable fin. L'extrémité antérieure s'obtient plus péniblement : l'animal est, dans cette portion du corps, replié plusieurs fois sur lui-même et couvert d'un mucus d'une odeur très spéciale. Les bords latéraux de la région thoracique sont relevés dorsalement en une sorte de tube, au fond duquel on trouve, chez le *B. Robinii* principalement, le parasite que nous allons étudier.

Un zoologiste tant soit peu exercé n'éprouve aucun doute à rapporter cette Annélide au groupe des Néréides, et cependant on peut dire qu'elle ne présente aucun des caractères essentiels de la famille des Lycoridiens.

Le corps est cylindrique, légèrement aplati, faiblement atténué à la partie postérieure. La région centrale est parcourue par un sillon médian, qui s'élargit vers l'extrémité céphalique. La longueur est de 40 à 60^{mm}, la largeur de 5 à 9^{mm} (avec les pieds). La couleur est d'un beau jaune orangé, teinté de fauve sur les pieds.

Le lobe céphalique a la forme d'un rectangle deux fois plus plus large que long, légèrement échancré antérieurement ; les tentacules égaler en longueur le lobe céphalique : *ils sont au nombre de trois;* les palpes, un peu plus courts que les tentacules, sont insérés dans deux petites échancrures latérales. Les yeux sont aux nombre de quatre, les deux intérieurs plus gros et en forme de croissants.

La trombe est absolument inerme : ni mâchoire, ni paragnathes. Ouverture

(1) Ce travail a été fait au laboratoire maritime de Concarneau, où M. le professeur Robin a bien voulu m'accorder la plus gracieuse hospitalité.

buccale quadrangulaire, segment buccal différant peu des suivants; cirres tentaculaires médiocres, insérés assez loin des bords latéraux du lobe céphalique, et peut-être au nombre de six (en deux groupes de trois) de chaque côté.

Les pieds sont tous semblables: les parapodes composées de deux rames bien distinctes, sensiblement égales. La rame supérieure est pourvue d'*une seule languette* (l'inférieure) est armée de *soies simples capillaires*. La rame inférieure est garnie de deux faisceaux de soies, disposés de part et d'autre d'un prolongement hastiforme. Ces soies sont composées, falciformes, hétérogomphes. L'article terminal va en grandissant des plus inférieures aux plus élevées.

Le cirre dorsal est beaucoup plus long que le cirre ventral.

Je forme, pour cette Annélide, le genre *Anopoplereis* et je le dédie à M. Herrmann naguère sous-directeur du laboratoire de Concarneau, grâce auquel j'ai pu me procurer les matériaux de cette étude.

L'*Anoplonereis* se rencontre à peu près une fois sur dix *Balanoglossus*. C'est une Néréide sans forme épitoque: elle était à maturité sexuelle au mois de mai. Les mâles m'ont semblé un peu plus communs que les femelles. Le tégument est assez délicat et se rompt facilement quand on plonge l'animal dans l'alcool absolu.

Quelle place doit-on donner à l'*Anoplonereis* dans la classification des Néréides? La présence de trois antennes, la forme de la rame supérieure des paradodes, l'existence de soies capillaires simples, l'absence de mâchoires, constituent autant de caractères qui éloignent cette Annélide de tous les autres Lycoridiens. L'absence de la languette supérieure de la rame supérieure existe bien chez les *Ceratocephale* et chez les *Dendronereis;* mais, dans ces deux genres, les soies sont toutes composées, et, de plus, chez les *Dendronereis*, le cirre dorsal est penné.

La forme des parapodes rapproche l'*Anoplonereis* des Hésionides et particulièrement des *Pordake* et aussi de certains Syllidiens, tels que *Pionosyllis*, qui présentent également des soies simples à la rame supérieure et des soies composées falciformes à la rame inférieure du parapode. L'existence d'une troisième antenne médiane est encore un caractère de Syllidien qu'on retrouve chez les Hésionides et les Polynoés, mais non chez les Néréides.

L'absence complète d'armature buccale est un fait bien remarquable chez un Lycoridien. On connaissait sans doute des Néréides (*Ceratonereis*) chez lesquelles il n'existe pas de paragnathes à la partie basiliaire de la trombe; on savait même que, chez les *Leptonereis* et quelques types voisins, les paragnates disparaissent entièrement; mais la trompe absolument inerme de l'*Anoplonereis Herrmanni* est un fait jusqu'à présent inconnu dans le groupe des Lycoridiens et en rapport sans doute avec l'existence parasite de l'Anélide étudiée.

En somme, l'*Anoplonereis* est un type des plus curieux, reliant les Lycoridiens d'une part aux Hésionides et aux Polynoés, d'autre part aux Syllidiens, ces derniers devant être considérés comme les ancêtres de tout le groupe des Néréides (*sensu latiori*), tel que le comprend Ehlers.

R. Kœhler. — *Recherches sur l'appareil circulatoire des Oursins réguliers.* (Extrait des comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences du 4 septembre 1882.)

Entrons dans quelques détails au sujet de ces dispostiions anatomiques.

Si l'on examine avec soin et à un faible grossissement le canal du sable d'un *Sphærechinus*, par exemple, il n'est pas difficile de reconnaître, à côté du canal du sable qui apparaît comme un petit canal blanchâtre courant le long de la glande ovoïde de M. Perrier jusqu'à la plaque madréporique, un deuxième canal, étroitement appliqué contre lui, mais qui s'en distingue par une couleur plus foncée, et qui, au niveau de l'extrémité inférieure de la glande, semble s'élargir légèrement et se continuer avec le tissu de cette dernière. En poussant dans ce canal une injection du côté de la lanterne, la matière remplit facilement un anneau périœsophagien, passe dans les vésicules de Poli et de là pénètre le vaisseau marginal interne. Si l'on dirige l'injection en sens inverse, c'est-à-dire du côté de la glande, on peut injecter un riche réseau de petites capillaires qui se ramifient à la surface de cette dernière. Lorsqu'on pique au hasard avec la canule de la glande, on obtient un résultat tout différent et l'on injecte le canal excréteur qui débouche à la plaque madréporique, mais on n'injecte jamais de vaisseaux.

Il résulte de ces faits que le canal du sable n'est pas un canal simple, mais est formé de deux canaux intimement accolés, dont l'un, le seul qui ait été décrit jusqu'ici est indépendant de la glande ovoïde, tandis que l'autre entre en connexion avec elle. Ce résultat est confirmé par l'étude de coupes transversales du canal du sable, qui montrent un premier canal tapissé intérieurement par un épithélium très régulier, et tout à côté, un deuxième canal dont la lumière est en partie comblée par quelques travées conjonctives qui partent de la paroi pour former un réticulum délicat supportant des cellules à protoplasme clair et pourvu de prolongements et des granulations de pigment. En continuant les coupes jusques et y compris la grande ovoïde, on voit que le premier canal conserve toujours les mêmes caractères et ne communique pas avec la glande; au contraire, le deuxième canal, à mesure qu'il se rapproche de cette dernière, augmente de diamètre; les cloisons qui divisaient sa cavité deviennent plus nombreuses et les éléments qu'elles supportent plus serrés; les vaisseaux qui se ramifient à la surface de l'organe deviennent distincts, et, en continuant les coupes, on arrive au tissu propre de la glande, formé, comme l'organe homologue des irréguliers, par des trabécules conjonctives très minces limitant des alvéoles remplies de cellules à protoplasma pourvu de prolongements et à noyaux granuleux, et d'amas plus ou moins considérables de masses pigmentaires.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

Saint-Denis. — Imprimerie Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

TOPOGRAPHIE CRANIO-CÉRÉBRALE

CHEZ QUELQUES SINGES

Par Ch. FÉRÉ

Nous ne reviendrons pas sur l'historique de la topographie crânio-cérébrale; c'est un point sur lequel nous avons insisté déjà à plusieurs reprises.

Les rapports du cerveau et du crâne chez l'homme sont aujourd'hui assez bien connus; nous rappellerons toutefois les points principaux qui résultent de nos recherches antérieures sur ce sujet (1), pour permettre d'établir la comparaison, s'il y a lieu.

Les différences que l'on observe suivant les sexes sont peu importantes, et en relation avec les différences de volume de la tête. Plusieurs rapports sont communs aux deux sexes : ainsi toujours la *scissure de Sylvius* suit assez exactement la moitié antérieure de la suture temporo-pariétale, puis elle se recourbe en haut, en se dirigeant au-dessous et en arrière de la bosse pariétale. La *scissure occipitale externe* répond à peu près constamment au lambda.

Les rapports du *sillon de Rolando* offrent quelques variations : ainsi sur 38 hommes, ce sillon était situé en moyenne à 48 millimètres en arrière de la suture coronale à la partie supérieure, et à 28 millimètres à la partie inférieure; tandis que sur 54 femmes, les distances rolando-coronales supérieures et inférieures n'étaient en moyenne que de 45 et 27 millimètres.

Il faut noter que chez l'homme ces rapports sont sujets à des variations sensibles suivant les âges (2), et ces différences ne

(1) Ch. Féré. *Bull. de la Soc. anatomique*, 1875, p. 828; 1877, p. 190, 206. — Note sur quelques points de la topographie du cerveau (*Arch. de phys. norm. et path.*, 1876, p. 247).

(2) Ch. Féré. Note sur le développement du cerveau considéré dans ses rapports avec le crâne (*Revue d'anthropologie* 1879), p. 661. — Nouvelles recherches sur la topographie crânio-cérébrale (*Ibid.*, 1881, p. 468).

sont pas seulement dues à un défaut de proportion dans le développement des diverses parties du cerveau; mais encore, comme nous l'avons montré, à un défaut de proportion dans le développement des os du crâne. Mais quelle que soit la complexité des causes de ces différences observées suivant les âges, il était intéressant de rechercher si elles existent également chez les animaux qui se rapprochent le plus de l'homme, chez les singes.

On ne possédait jusqu'à présent que des documents très peu nombreux sur la topographie crânio-cérébrale chez les singes. Broca (1) avait étudié à ce point de vue un cynocéphale sphinx. Dans une communication préparatoire (2), notre regrettable ami Clozel de Boyer avait indiqué l'ébauche d'un travail de ce genre sur les macaques; mais la mort l'a arrêté au milieu de son travail qui n'a jamais été publié. A la même époque, nous avions déjà pu, grâce à la libéralité de M. le professeur Pouchet, réunir au Muséum un certain nombre de documents, sur lesquels nous nous étions fondé pour discuter quelques points de la communication de de Boyer (3).

Ces recherches qui ont porté sur plusieurs espèces, seront peut-être de quelque utilité, non seulement au point de vue de l'anatomie comparée, mais encore au point de vue de la physiologie expérimentale qui trouvera sur certains points au moins des notions précises capables de guider dans l'étude des locolisations cérébrales.

Nous avons inscrit le diamètre maxima du crâne, pour permettre de juger approximativement de la taille des sujets. Cette notion serait d'ailleurs indispensable pour guider les recherches physiologiques dans chaque cas particulier.

La longueur des courbes longitudinales partielles a pour but de permettre de juger dans quelle proportion les différences de rapports suivant les âges, sont en relation avec des variations de développement soit du cerveau, soit du crâne.

Les rapports des sillons cérébraux avec les sutures crâniennes ont été déterminées par le procédé des fiches imaginé

(1) *Bull. Soc. anthrop.*, 1877, p. 262.
(2) *Bull. Soc anat.*, 1881, p. 82.
(3) *Bull. Soc. Anat.*, p. 83.

par Broca et que nous avons déjà utilisé dans nos précédentes recherches (1).

Aux observations que nous avons pu faire sur les singes, nous en joignons quelques autres moins importantes sur quelquelques makis et sur quelques ouistitis.

I. — Makis.

A. *Maki à front blanc* (Fig. 1) (2). Nous n'avons observé

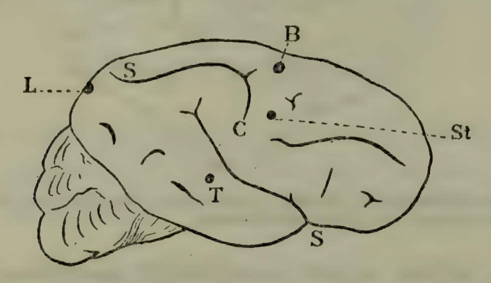


Figure 1. — Face latérale de l'hémisphère droit du Maki albifrons. — S, scissure de Sylvius. — SC, sillon courbe. — B, fiche bregmatique. — L, fiche lambdoïdienne. — St, fiche stéphanique. — T, fiche temporale.

qu'un seul maki à front blanc adulte.

Le Bregma (3) était situé à 6 millimètres en avant de l'angle du sillon courbe, le stéphanion (4) à 4 millimètres en avant de la branche descendante du même sillon. Le lambda (5) répond à la suture calcarine. La fiche temporale (enfoncée au milieu du bord de l'écaille temporale) est à 7 millimètres en arrière de la suture de Sylvius.

B. *Maki à front noir.* — Un seul sujet a été observé (fig. 2) :

Diamètre longitudinal du crâne.	58mm
» transversal »	40

(1) Dans les différentes manœuvres nécessitées par ces recherches, il arrive trop souvent que l'observation se trouve en défaut sur certains points, soit parce que les sutures du crâne sont difficiles à distinguer, soit parce que les fiches se déplacent pendant la décortication du cerveau. Il est quelquefois impossible de remédier à l'accident sans s'exposer à une erreur, c'est ce qui fait qu'il existe un certain nombre de lacunes dans nos observations.

(2) Notons que nos figures ont été dessinées sur les pièces déformées par la macération dans l'alcool; elles manquent par conséquent d'exactitude au point de vue des proportions, qu'on ne peut rétablir que par les chiffres.

(3) Point de rencontre des sutures sagittale et coronale.

(4) Point de rencontre de la suture coronale et de la ligne courbe temporale.

(5) Point de rencontre de la suture lambdoïde et de la suture sagittale.

Projection de la courbe frontale.		25mm
»	» pariétale.	26
»	» occipitale (1). . . .	18

Le bregma est à 10 millimètres en avant de l'angle du sillon

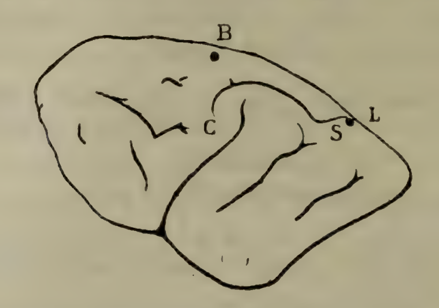


FIGURE 2. — Face latérale de l'hémisphère gauche du Maki nigrifrons. — SC, sillon courbe. — B, fiche bregmatique. — L, fiche lambdoïdienne.

courbe. Le lambda répond à l'extrémité postérieure du même sillon.

C. *Maki Vari.* — Sur un Maki vari adulte, le bregma est à 6 millimètres en avant de l'angle des sillons courbes ; le stéphanon répond au sillon prérolandique et est à 5 millimètres en avant de la branche verticale du sillon courbe.

Le lambda répond à la scissure calcarine.

D. *Maki à ventre rouge.* — Sur un sujet adulte de cette espèce, le bregma se trouvait à 8 millimètres en avant de l'angle du sillon courbe, le lambda répondait à la scissure calcarine.

II. — OUISTITIS.

Sur deux ouistitis adultes, nous avons trouvé la scissure calcarine répondant exactement au lambda.

III. — CÉBINS.

1° *Sajous.* — Nous avons observé deux sujets appartenant à deux variétés différentes de sajou, un sajou commun et un sajou à face blanche adultes.

A. *Sajou commun* (fig. 3) :

(1) Cette mensuration ne comprend que la partie cérébrale de l'occipital, c'est-à-dire celle qui est comprise entre le lambda et l'inion.

Diamètre longitudinal du crâne.		69mm
» transversal »		51
Projection de la courbe frontale.		48
» » pariétale.		34
» » occipitale. . . .		6
Distance rolando-bregmatique.		0
» stéphano-rolandique.		6
» occipito-lambdoïdienne.		22
» temporo-parallèle.		6
» astério-sous-occipitale (1). . . .		0

On trouve sur ce singe une disposition tout à fait remarquable des rapports du cerveau et du crâne. Le sillon de Rolando forme avec la suture caronale un angle à sommet supérieur; le

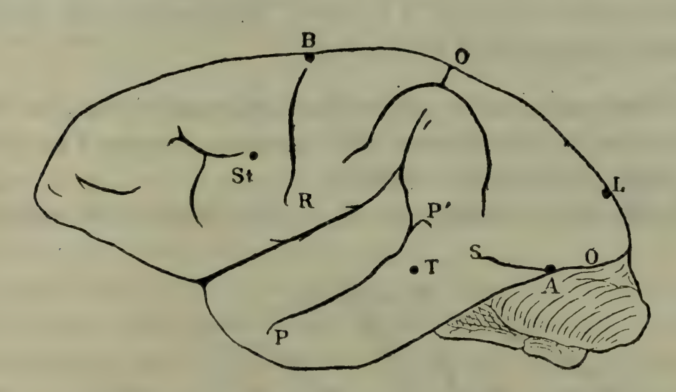


Figure 3. — Face latérale de l'hémisphère gauche du Sajou commun. — BR, sillon de Rolando. — PP', scissure parallèle. — O, scissure occipitale. — SO, sillon sous-occipital. — B, fiche bregmatique. — St, fiche stéphanique. — T, fiche temporale. — L, fiche lambdoïdienne. — A, fiche astérique.

sillon correspond exactement à la suture à la partie supérieure, tandis qu'il se porte en arrière à la partie antérieure. D'autre part, le point temporal est situé notablement en arrière de la scissure parallèle, et la scissure occipitale est très en avant du lambda. Il en résulte que si le lobe frontal répond à peu près exactement à la partie frontale du crâne, les lobes occipital et temporo-sphénoïdal empiètent dans des proportions considérables sur la partie pariétale de la cavité crânienne.

(1) L'astérion est le point de rencontre des sutures temporo-pariétale, temporo-occipitale, occipito-pariétale.

B. *Sajou à face blanche.* — Les mêmes caractères se retrouvent à peu de chose près sur ce sujet :

Diamètre longitudinal du crâne.	72mm
» transversal.	49
Projection de la courbe frontale.	51
» » pariétale.	30
» » occipitale. . . .	6
Distance bregmato-rolandique.	—3
» stéphano-rolandique.	8
» occipito-lambdoïdienne.	20
» temporo-parallèle.	5
» astério-sous-occipitale.	0

Le sillon de Rolando offre même des rapports encore plus remarquables, puisque, à la partie supérieure, il est situé en avant du bregma de 3 millimètres.

2° *Macaques.* — Ces singes étant de beaucoup les plus communs dans les ménageries, nous avons eu occasion d'en observer vingt de différentes variétés.

A. *Macaque commun* (fig. 4). — Ce groupe est de beaucoup

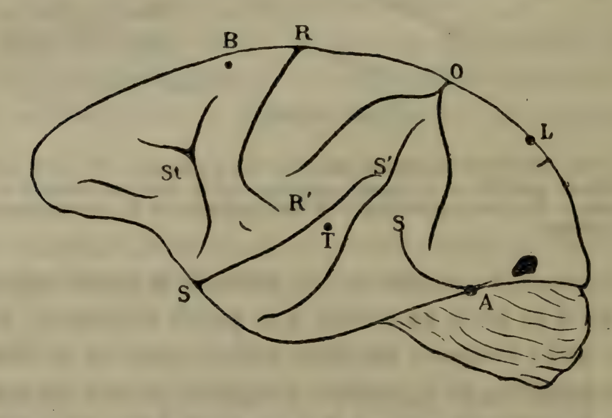


Figure 4. — Face latérale du lobe gauche du Macaque commun. — RR', sillon de Rolando. — SS', scissure de Sylvius. — O, scissure occipitale. — SO, sillon sous-occipital. — B, fiche bregmatique. — St, fiche stéphanique. — T, fiche temporale. — L, fiche lambdoïdienne. — A, fiche astérique.

le plus important, car il comprend douze sujets de dimensions et d'âges divers dont les mensurations sont réunies dans le tableau suivant :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Diamètre longitudinal du crâne. . . .	78	77	76	75	71	68	65	62	62	»	»	»
» transversal » . . .	57	59	59	58	52	51	49	50	50	»	»	»
Projection de la courbe frontale. . .	45	48	47	43	38	40	39	39	37	37	»	»
» » pariétale. . .	49	40	37	39	35	35	37	40	35	38	»	»
» » occipitale. .	8	11	8	13	10	10	7	7	7	10	»	»
Distance bregmato-rolandique. . . .	9	9	9	9	10	7	4	7	4	9	7	6
» stéphano-rolandique. . . .	10	9	10	9	»	4	3	4	4	7	8	»
» temporo-sylvienne.. . . .	»	2	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»
» temporo-parallèle.	0	»	»	»	»	3	0	4	2	2	4	»
» astério sous-occipitale. . .	0	»	»	»	»	0	0	0	0	0	»	»
» occipito-lambdoïdienne.. .	11	12	15	11	14	13	14(1)	13(2)	13	14	»	10

Le sillon de Rolando est toujours et dans toute son étendue en arrière de la suture coronale, et, dans la plupart des cas, le sillon et la suture sont sensiblement parallèles. Chez l'adulte, le sillon est à peu près à un centimètre en arrière de la suture. Il est à noter que l'écart est plus considérable chez les sujets arrivés plus près de leur complet développement; et cette différence, qui est de plus du double, est hors de proportion avec celle des dimensions du crâne et du cerveau; elle n'est pas non plus expliquée par les différences de développement du frontal et du pariétal considérés isolément. Il semble donc que la région frontale du cerveau ait une croissance prédominante à mesure que l'animal avance en âge.

La scissure de Sylvius est toujours au-dessus du point temporal, au-dessus de l'écaille; mais l'écart est moins considérable chez les sujets adultes que chez ceux qui sont plus jeunes, où on voit la suture parallèle passer au-dessus de ce même point. C'est là un résultat qui semble en opposition avec celui qui précède; tandis que le sillon de Rolando se porte en arrière à mesure que le crâne s'accroît, la scissure de Sylvius se porte en avant, ce qui semble indiquer un développement relativement moindre de la région pariétale. C'est le contraire de ce que nous avons vu chez l'homme, dont la scissure de Sylvius s'incline notablement en arrière jusqu'au complet développement.

L'astérion correspondait dans tous les cas où le résultat de l'examen a été précis à la partie la plus inférieure de la scissure sous-occipitale.

Quant au lambda, il est toujours situé très en arrière de la

(1) Le lambda répond à la scissure calcarine.

(2) *Ibid.*

scissure occipitale, sans que le développement paraisse avoir une influence très nette sur sa position relative; il convient toutefois de faire remarquer que, si on tient compte du moindre développement de la portion cérébrale de l'écaille occipitale chez les sujets les plus jeunes (nos 6, 7, 8, 9), la région occipitale du cerveau semble plutôt perdre de son importance relative.

B. *Macaque bonnet chinois* (fig. 5). — Cette série comprend

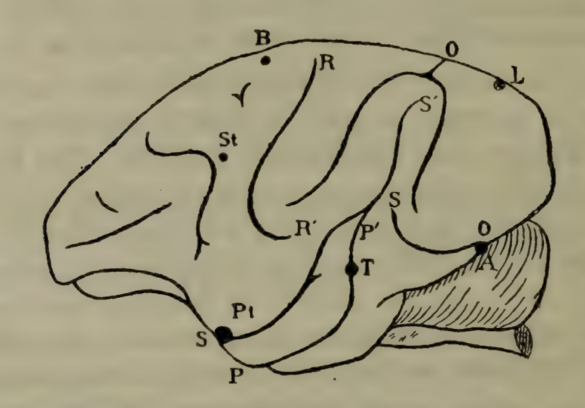


Figure 5. — Face latérale de l'hémisphère gauche du Macaque bonnet chinois. — R R', sillon de Rolando. — S S', scissure de Sylvius. — P P', scissure parallèle. — O, scissure occipitale. — S O, sillon sous-occipital. — B, fiche bregmatique. — St, fiche stéphanique. — Pt, fiche ptérique. — T, fiche temporale. — L, fiche lambdoïdienne. — A, fiche astérique.

quatre sujets (1) dont les mensurations suivent :

	1	2	3	4
Diamètre longitudinal du crâne. . .	84	79	70	66
» transversal »	64	60	53	50
Projection de la courbe frontale. . .	»	49	36	41
» » pariétale. . .	»	36	38	32
» » occipitale. .	»	13	10	8
Distance bregmato-rolandique. . . .	6	6	8	6
» stéphano-rolandique. . . .	5	6	5	4
» ptério-sylvienne.	»	»	0	0
» astério-sous-occipitale. . .	»	»	0	0
» occipito-lamdoïdienne. . .	12	11	11	11
» temporo-parallèle.	»	»	0	0

(1) Sur ces quatre sujets, il existait un tourbillon de poils à peu près exactement sur le milieu de la courbe frontale.

La seule différence qu'on ait à noter entre cette variété et les autres macaques, c'est que le sillon de Rolando paraît plus rapproché de la suture coronale.

C. *Macacus Pileatus* (fig. 6). — De cette variété relativement rare, nous n'avons observé qu'un seul individu.

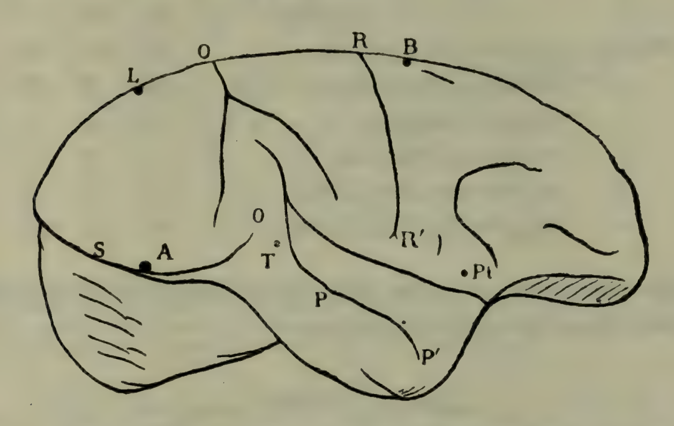


Figure 6. — Face latérale de l'hémisphère droit d'un Macacus pileatus. — RR', sillon de Rolando. — PP, scissure parallèle. — O, scissure occipitale. — SO, sillon sous-occipital. — B, fiche bregmatique. — Pt, fiche ptérique. — T, fiche temporale. — A, fiche astérique. — L, fiche lambdoïdienne.

Diamètre longitudinal du crâne.	72mm
» transversal »	52
Projection de la courbe frontale.	45
» » pariétale.	37
Distance bregmato-rolandique.	6
» ptério-rolandique.	10
» temporo-parallèle.	4
» astério-sous-occipitale.	0
» occipito-lambdoïdienne.	15

On ne peut guère juger d'une façon définitive par un seul fait, mais on doit remarquer que le sillon de Rolando affecte une direction plus verticale par rapport à la suture coronale que dans les deux variétés précédentes, puique la distance ptério-rolandique est ici notablement plus grande que la bregmato-rolandique.

D. *Macaque rhésus* (fig. 7).—Cette variété est représentée par trois sujets.

	1	2	3
Diamètre longitudinal du crâne.. . . .	92	85	79
» transversal	67	60	59
Projection de la courbe frontale. . . .	53	48	47
» » pariétale. . . .	43	40	»
» » occipitale. . .	13	14	»
Distance rolando-bregmatique.	10	10	6
» rolando-stéphanique.	10	7	5
» ptério-rolandique.	5	»	»
» temporo-sylvienne.	3	6	3
» astério-sous-occipitale.	0	0	0
» occipito-lambdoïdienne. . . .	18	11	13

Cette trop courte série ne fait que confirmer la précédente, au moins dans les traits principaux.

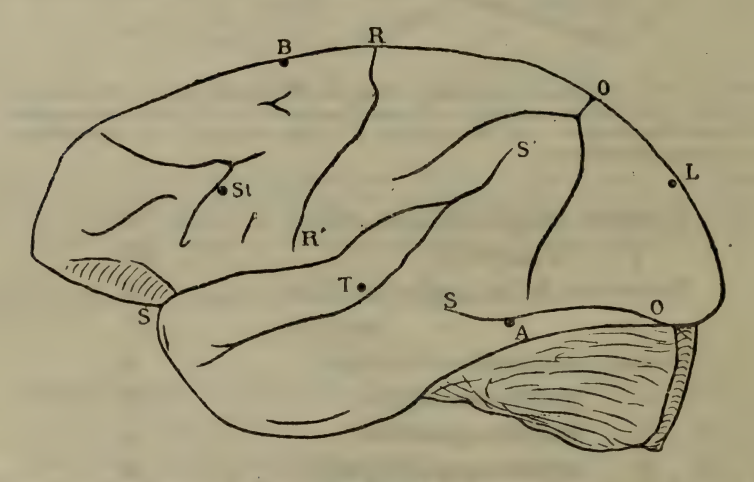


Figure 7. — Face latérale de l'hémisphère gauche du Macaque rhésus. — RR', sillon de Rolando. — SS', scissure de Sylvius. — O, scissure occipitale. — SO, sillon sous-occipital. — B, fiche bregmatique. — St, fiche stéphanique. — T, fiche temporale. — L, fiche lambdoïdienne. — A, fiche astérique.

E. *Magot* (fig. 8). — Nous avons examiné deux sujets de cette variété qui se rapproche beaucoup des précédentes, comme on peut s'en rendre compte par les mensurations qui suivent :

Diamètre longitudinal du crâne.	81	83 (1)
» transversal »	61	62

(1) Os wormien losangique de 17 millimètres de long sur 10 de large dans la bregma.

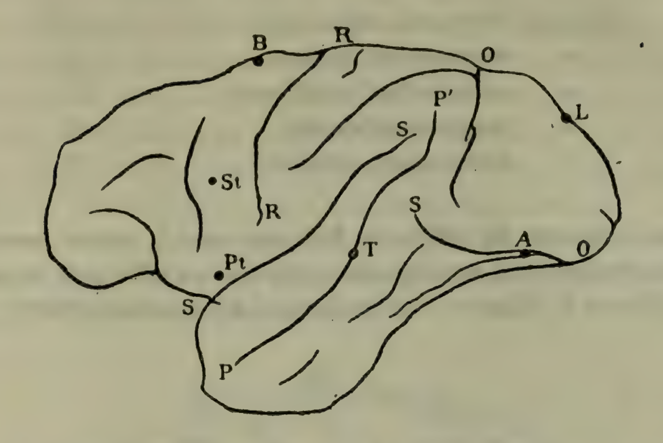


Figure 8. — Face latérale de l'hémisphère gauche du Magot. — RR', sillon de Rolando. — SS, scissure de de Sylvius. — PP', scissure parallèle. — O, scissure occipitale. — SO, sillon sous-occipital. — B, fiche bregmatique. — St, fiche stéphanique. — Pt, fiche ptérique. — T, fiche temporale. — L, fiche lambdoïdienne. — A, fiche astérique.

Projection de la courbe frontale.	47	51
» » temporale. . . .	44	42
» » occipitale. . . .	16	14
Distance bregmato-rolandique.	11	12
» stéphano-rolandique.	11	6
» occipito-lambdoïdienne.	12	12
» ptério-sylvienne.	3	3
» temporo-parallèle.	0	0
» astério-sous-occipitale.	0	0

IV. — Pithécins.

1° *Cynocéphale Hamadryas* (fig. 9). — Cette variété est assez rare dans les ménageries, et nous n'avons eu qu'une fois l'occasion de l'examiner; mais cette observation unique a son importance en raison d'un caractère spécial qui se présente d'une manière très manifeste :

Diamètre longitudinal du crâne.	102mm
» transversal »	73
Projection de la courbe frontale.	58
» » pariétale.	50
» » occipitale. . . .	21

Distance	bregmato-rolandique.	18mm
»	stéphano-rolandique.	6
»	occipito-lambdoïdienne.	11
»	temporo-sylvienne.	3
»	astério-sous-occipitale.	0

Les rapports du sillon de Rolando avec la suture coronale sont ici extrêment remarquables. On voit en effet qu'à la partie supérieure le sillon est très en arrière de la suture (18mm), tandis qu'il s'en rapproche beaucoup à la partie inférieure (6mm).

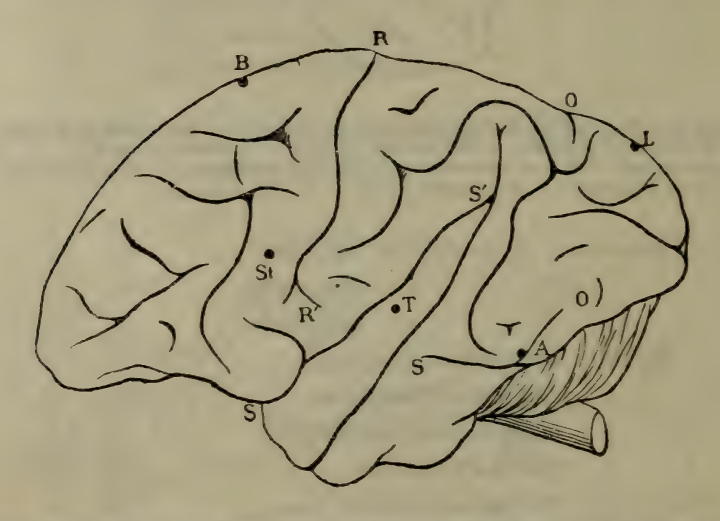


Figure 9. — Face latérale de l'hémisphère gauche du Cynocéphale hamadryas. — RR', sillon de Rolando. — SS', scissure de Sylvius. — O, scissure occipitale. — SO, sillon sous-occipital. — B, fiche bregmatique. — St, fiche stéphanique. — T, fiche temporale. — L, fiche lambdoïdienne. — A, fiche astérique.

Tandis que dans les variétés qui précèdent nous trouvions le sillon à peine plus oblique que la suture, nous avons chez l'amadryas une obliquité très considérable, plus forte même que chez l'homme (48-28).

Quant à la scissure de Sylvius, elle est assez renversée en arrière, puisqu'elle n'est distante que de 3mm du bord de l'écaille temporale à sa partie moyenne.

Ce cerveau présente une particularité importante à signaler : on voit, sur la figure ci-jointe, que la scissure occipitale O, au lieu d'être continue et de former une ligne de démarcation non

interrompue entre les lobes occipital et pariétal, est divisée par un pli de passage très saillant en tout analogue au pli de passage supérieur de l'homme. Cette disposition n'existe pas sur l'hémisphère droit où la scissure occipitale est continue. C'est là une symétrie des plus remarquables; d'ailleurs il faut bien savoir que, pas plus que chez l'homme, le cerveau des singes même les plus inférieurs n'est absolument symétrique.

En ne tenant compte que de la morphologie de son cerveau ce singe devrait être placé beaucoup plus haut dans l'échelle.

2° *Cynocéphale mormon* (fig. 10) :

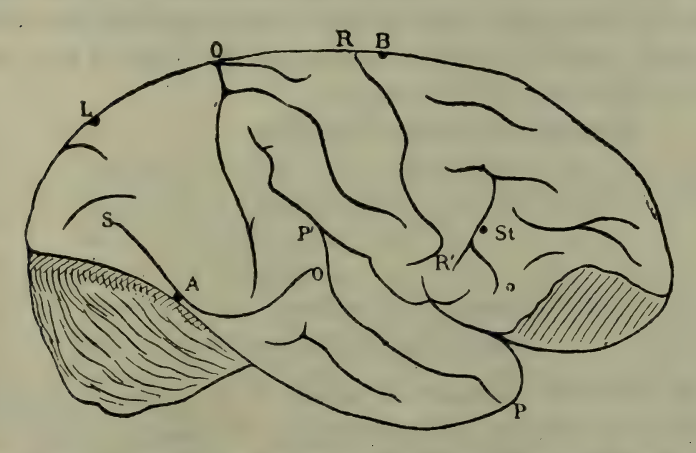


FIGURE 10. — Face latérale de l'hémisphère droit du Mandrille (Cynocéphale mormon). — RR', sillon de Rolando. — PP', scissure parallèle. — O, scissure occipitale. — SO, sillon sous-occipital. — B, fiche bregmatique. — St, fiche stéphanique. — L, fiche lambdoïdienne. — A, fiche astérique.

Distance	bregmato-rolandique.	3mm
»	stéphano-rolandique.	19
»	occipito-lambdoïdienne.	13
»	astério-sous-occipitale.	0

Nous trouvons sur ce singe une disposition du sillon de Rolando par rapport à la suture coronale précisément inverse de celle qui existe chez le précédent et chez le suivant, c'est-à-dire que le sillon est plus près de la suture en haut qu'en bas.

3° *Guenon mône* (un sujet).

Diamètre	longitudinal du crâne.	71mm
»	transversal »	51

Projection de la courbe frontale.	40
» » pariétale.	30
» » occipitale.	19
Distance bregmato-rolandique.	5
» stéphano-rolandique.	1
» occipito-lambdoïdienne.	5
» temporo-parallèle.	0
» astério-sous-occipitale.	0

4° *Cercopithecus monoïdes.* — Nous n'avons pu aussi examiner qu'un sujet de cette variété, et malheureusement les résultats de l'observation sont incomplets parce que plusieurs fiches se sont déplacées pendant l'ouverture du crâne et que nous avons dû ne pas en tenir compte.

Diamètre longitudinal du crâne.	71mm
» transversal »	58
Projection de la courbe frontale.	57
» » pariétale.	38
» » occipitale. . . .	13
Distance bregmato-rolandique.	16
» occipito-lambdoïdienne.	10

Le sillon de Rolando au moins, à sa partie supérieure, occupe une situation très postérieure, très analogue à celle que nous avons trouvé chez l'Hamadryas.

5° *Guenon Callitriche* (fig. 11). — Nous avons observé trois sujets de cette espèce, sur lesquels nous avons pris les mensurations suivantes :

Diamètre longitudinal du crâne. . . .	81	76	58
» transversal »	59	55	51
Projection de la courbe frontale. . . .	»	42	38
» » pariétale. . . .	»	36	36
» » occipitale. . . .	»	16	15
Distance bregmato-rolandique.	10	8	7
» ptério-rolandique.	7	5	7
» stéphano-rolandique.	8	8	»
» occipito-lambdoïdienne. . . .	12	13	10
» temporo-parallèle.	0	0	»
» astério-sous-occipitale.	0	»	»

Nous voyons en résumé que sur ces singes, le sillon de Ro-

lando est toujours situé en arrière de la suture coronale, qu'on la considère soit au niveau du bregma, soit au niveau du stéphanion ou du ptérion.

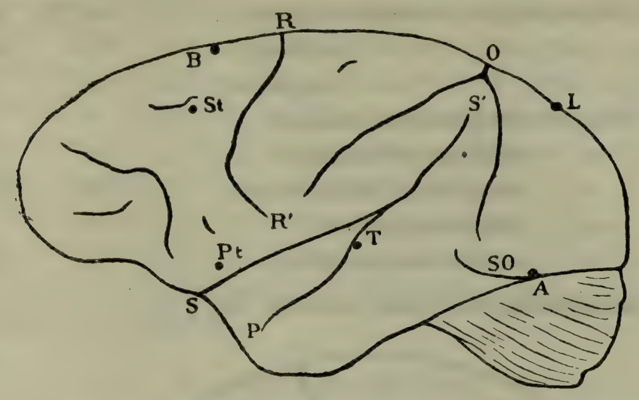


FIGURE 11. — Face latérale de l'hémisphère gauche d'un Callitriche. — SS', scissure de Sylvius. — RR', sillon de Rolando. — P, scissure parallèle. — O, scissure occipitale externe. — SO, sillon sous-occipital. — B, fiche bregmatique. — St, fiche stéphanique. — Pt, fiche ptérique. — L, fiche lambdoïdienne. — A, fiche astérique.

La scissure occipitale externe est toujours très en avant du lambda. Sur les deux sujets où l'observation a été nette, le point temporal répondait à la scissure parallèle. Sur un seul, nous avons constaté que la fiche astérique tombait dans la scissure sous-occipitale.

6° *Semnopithèques.* — Nous avons pu étudier deux variétés de ces singes :

A. *Semnopithèque entèle* (fig. 12).



FIGURE 12. — Face latérale de l'hémisphère droit du Semnopithèque entèle. — R R', sillon de Rolando. — P P', scissure parallèle. — O, scissure occipitale. — S O, sillon sous-occipital. — B, fiche bregmatique. — St, fiche stéphanique. — T, fiche temporale. — L, fiche lambdoïdienne. — A, fiche astérique.

	1	2
Diamètre longitudinal du crâne.	83	82
» transversal »	63	66
Projection de la courbe frontale.	54 (1)	56 (2)
» » pariétale.	34	40
» » occipitale. . . .	13	8
Distance bregmato-rolandique.	2	1
» stéphano rolandique.	4	6
» occipito-lambdoïdienne.	10	15 (3)
» temporo-parallèle.	6	»
» astério-sous-occipitale.	0	»

B. *Semnopithèque à fesses blanches* (fig. 13).

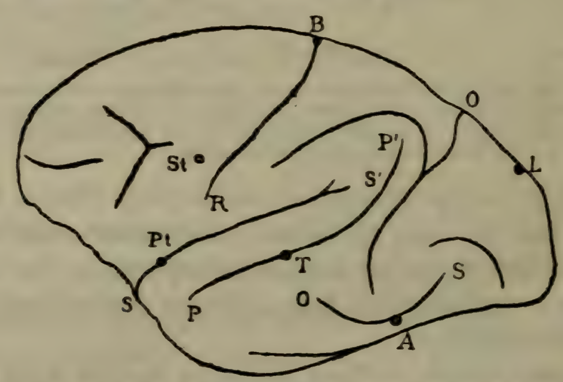


FIGURE 13. — Face latérale de l'hémisphère gauche du Semnopithèque à fesses blanches. — B R, sillon de Rolando. — S S', scissure de Sylvius. — P P', scissure parallèle. — O, scissure occipitale. — S O, sillon sous-occipital. — B, fiche bregmatique. — S t, fiche stéphanique. — Pt, fiche ptérique. — T, fiche temporale. — L, fiche lambdoïdienne. — A, fiche astérique.

Diamètre longitudinal du crâne.	65mm	
» transversal »	55	
Projection de la courbe frontale.	44	(4)
» » pariétale.	28	
» » occipitale. . . .	15	
Distance bregmato-rolandique.	0	
» stéphano-rolandique.	3	
» ptério-sylvienne.	0	
» temporo-parallèle.	0	
» astério-sous-occipitale.	0	
» occipito-lambdoïdienne.	5	

(1) Tourbillon médio-frontal.
(2) *Ibid.*
(3) Le lambda répond à la scissure calcarine.
(4) Tourbillon médio-frontal, mais plus rapproché de la glabelle (15mm).

Nous retrouvons dans ces deux variétés de Semnopithèques une disposition du sillon de Rolando par rapport à la suture coronale qui rappelle ce que nous avons déjà observé sur les Sajous, à savoir : que le sillon correspond à peu près à sa partie supérieure au bregma, tandis qu'en bas il a dévié un peu en arrière de la suture coronale, mais sans s'en éloigner beaucoup cependant. Chez le Semnopithèque à fesses blanches, le sillon et la suture sont presque parallèles.

Quant à la position du lambda par rapport à la scissure occipitale, nous trouvons des différences notables qui concordent d'ailleurs avec des différences de développement de la portion cérébrale de l'occipital.

V. — ANTHROPOMORPHES.

Orang-Outang. — Les deux sujets mâles que nous avons examinés étaient trop jeunes pour donner une idée complète des rapports du cerveau et du crâne dans cette espèce; mais ils nous fournissent au moins quelques renseignements intéressants (fig. 14).

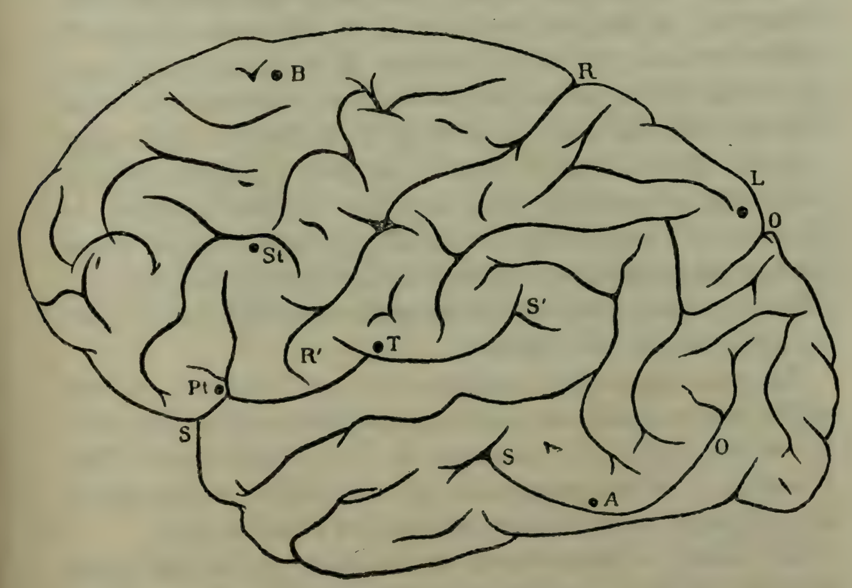


FIGURE 14. — Face latérale de l'hémisphère gauche d'un cerveau d'Orang. — RR', sillon de Rolando. — SS', scissure de Sylvius. — O, scissure occipitale. — SO, sillon sous-occipital. — B, fiche bregmatique. — St, fiche stéphanique. — Pt, fiche ptérique. — T, fiche temporale. — L, fiche lambdoïdienne. — A, fiche astérique.

	1	2
Diamètre longitudinal du crâne.	123	111
» transversal »	93	105
Projection de la courbe frontale. . . .	61	53
» » pariétale . . .	66	62
» » occipitale . . .	22	24
Distance bregmato-rolandique	36	33
» stéphano-rolandique.	17	»
» ptério-rolandique.	7	12
» temporo-sylvienne	0	»
» astério-sous-occipitale.	0	»
» lambdoïdo-occipitale	7	5

A ne considérer que les rapports des sillons du cerveau avec les sutures du crâne, il semble qu'en ce qui concerne le sillon de Rolando et la scissure de Sylvius l'Orang se rapproche singulièrement de l'homme. Pour ce qui est de la scissure de Sylvius, les rapports sont les mêmes chez l'Orang (n° 1) le plus âgé (7 à 8 ans) que chez l'homme adulte. Quant au sillon de Rolando à sa partie supérieure, nous le trouvons dévié en arrière du bregma à peu près dans les mêmes proportions que chez l'homme ; en bas, au contraire, il se rapproche plus de la suture coronale que chez des enfants de un mois, ce qui tient au peu de développement de la troisième circonvolution frontale qui, chez l'homme, est le siège de la fonction du langage articulé. Mais ce rapport ne suffit pas pour permettre d'établir nettement une relation entre le défaut de développement de l'organe et l'absence de la fonction, puisque certains autres singes, comme le sajou, les mandrilles, les semnopithèques, etc., offrent un développement relativement considérable de la partie inférieure du lobe frontal.

Un point important à signaler, c'est que le lambda, au lieu d'être situé en arrière de la scissure occipitale comme chez tous les autres singes, est en avant de 7 et 5 millimètres. Chez l'homme, il arrive quelquefois que le lambda avance sur la scissure, mais ce n'est guère que de 2 ou 3 millimètres.

En résumé. — Nous voyons qu'il n'existe qu'un seul point commun à toutes les séries, et il est de peu d'importance : c'est la correspondance constante de l'astérion avec le sillon sous-occipital.

Quant au sillon de Rolando, nous le voyons occuper, par rapport à la suture coronale, des situations très diverses. Il est toujours situé en totalité en arrière de la suture, mais quelquefois, comme chez le sajou, le semnopithèque à fesses blanches, par exemple, son extrémité supérieure correspond exactement au bregma. Tantôt le sillon et la suture restent à peu près à la même distance, qu'on les considère en haut au niveau du bregma, ou au niveau du stéphanion; c'est ce qu'on observe chez quelques macaques, chez le magot. Tantôt le sillon plus éloigné en haut se rapproche de la suture en bas, comme chez certains macaques, chez les callitriches, l'hamadryas, l'orang-outang surtout. Tantôt enfin, le sillon s'éloigne en arrière de la suture vers la partie inférieure, comme chez le sajou, le mandrille, les semnopithèques. On peut remarquer que des variétés considérées comme très voisines d'après leurs caractères généraux présentent des rapports crânio-cérébraux très différents, et inversement.

Les rapports de l'écaille temporale avec la scissure de Sylvius sont aussi très variables. Ce n'est que chez l'orang qu'on trouve la correspondance exacte comme chez l'homme. Chez les autres singes, le point temporal est quelquefois assez éloigné en arrière pour dépasser la scissure parallèle, comme on le voit surtout chez le sajou et le semnopithèque. Il est à noter que c'est dans ces deux variétés que nous avons trouvé le sillon de Rolando le plus avancé.

Quant à la scissure occipitale, elle est toujours située très en avant du lambda, sauf chez l'orang-outang, où elle se trouve en arrière. Les différences que l'on observe dans les rapports de la scissure occipitale et du lambda tiennent surtout aux différences de développement de l'écaille de l'occipital.

MESURE DE LA QUANTITÉ DE SANG

CONTENU DANS

L'ORGANISME D'UN MAMMIFÈRE VIVANT

Par **N. GRÉHANT**
Aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.

ET

E. QUINQUAUD
Médecin des Hôpitaux.

Les divers procédés qui ont été employés pour mesurer le volume ou le poids du sang contenu dans le corps d'un animal sont sujets à de nombreuses causes d'erreur, et on ne peut pas regarder comme exacts les résultats qu'ils ont fournis ; nous avons cherché à établir et à vérifier une méthode dont la théorie a été indiquée par Gréhant ; nous en avons déterminé l'application et la technique dans ce nouveau mémoire, elle permet d'évaluer exactement la quantité totale de sang chez l'animal vivant : les résultats obtenus sont très concordants. Ce procédé de mesure repose sur la propriété bien établie par l'illustre Cl. Bernard, que possède l'oxyde de carbone de donner avec l'hémoglobine des globules du sang une combinaison plus fixe que la combinaison formée par cette matière colorante avec l'oxygène, de sorte que dans l'empoisonnement produit par l'oxyde de carbone, ce dernier gaz se substitue à l'oxygène volume à volume.

D'une manière générale, pour obtenir le volume total de sang, il suffit de faire respirer à l'animal un volume de gaz homogène contenant des proportions d'oxyde de carbone bien déterminées, afin d'apprécier, après un quart d'heure, par exemple, le volume d'oxyde de carbone restant, ce qui donne le volume d'oxyde de carbone fixé par la masse du sang. D'un autre côté, on détermine par l'analyse des gaz du liquide sanguin le volume d'oxyde de carbone fixé par un volume donné

de sang, on arrive à ce résultat en évaluant la capacité respiratoire de deux échantillons de sang, l'un pris avant l'empoisonnement, l'autre après : connaissant d'une part le volume total d'oxyde de carbone fixé, et d'autre part le volume de ce gaz qui a été absorbé par 100^{cc} de sang, on obtient par une simple proportion le volume total cherché.

Pour arriver à ce résultat, on effectue plusieurs opérations que nous allons décrire successivement :

a. On prend dans une artère ou dans une veine d'un animal, d'un chien, par exemple, un premier échantillon de sang normal du volume de 30^{cc}, on l'injecte aussitôt dans un flacon numéroté et on le défibrine par l'agitation.

b. Dans une cloche graduée et fermée par un bouchon que traverse un robinet à trois voies, on compose un mélange de cinq litres d'oxygène, un litre d'hydrogène pur mesuré dans un litre jaugé, plus autant de fois 100^{cc} d'oxyde de carbone pur que le poids de l'animal renferme de fois 7^{k},300^{gr}; nous sommes arrivés à cette dose qui n'est pas mortelle à la suite de nombreux tâtonnements.

c. Sur la tête de l'animal fixé sur une gouttière, on attache avec le plus grand soin, à l'aide de liens serrés, une muselière de caoutchouc; le tube par lequel la muselière se termine est réuni au robinet à trois voies de la cloche; au bout d'une minute on tourne le robinet, et l'animal respire le mélange gazeux pendant un temps que nous avons fait varier dans de nombreuses expériences de 9^{m} à 16^{m}.

d. Avant que la dernière minute se soit écoulée, on prend dans le même vaisseau, avec une seringue, un second échantillon de sang qui est intoxiqué partiellement, on l'injecte dans un flacon où il est défibriné par l'agitation.

e Dans un long tube gradué on mesure un certain volume, 100^{cc} environ de gaz restant dans la cloche, on absorbe l'acide carbonique par la potasse, et on fait à l'aide de l'eudiomètre l'analyse du gaz du tube gradué, ce qui fait connaître par un calcul très simple quel est le volume exact qui restait dans la cloche et dans les poumons (mesure du volume des poumons par l'hydrogène d'après le procédé Gréhant).

f. Un litre de gaz expiré est introduit dans un ballon de caoutchouc et additionné de 3 à 4 litres d'air; ce mélange tra-

verse une série de barboteurs à potasse et à eau de baryte (flacon témoin) qui le dépouillent de l'acide carbonique, puis les gaz traversent : 1° un long tube rempli de tournure de cuivre grillée et chauffée au rouge; 2° un second tube dans lequel on a introduit de l'eau de baryte qui absorbe l'acide carbonique provenant de la combustion de l'oxyde de carbone et donnant du carbonate de baryte insoluble ; ce précipité laissé dans le tube est décomposé dans le vide par un acide; l'acide carbonique est recueilli à l'aide de la pompe à mercure; le volume d'acide carbonique trouvé correspond à un volume égal d'oxyde de carbone.

g. On détermine le pouvoir absorbant pour l'oxygène de deux échantillons de sang pris avant et après l'intoxication par CO, il y a une grande différence entre les deux nombres obtenus : le second échantillon absorbe beaucoup moins d'oxygène que le premier; la différence des deux pouvoirs absorbants ou des capacités respiratoires indique exactement quel est le volume d'oxyde de carbone qui a été fixé par le sang et que l'on rapporte à 100^{cc}. Enfin connaissant d'une part le volume total d'oxyde de carbone pur qui a été fixé par la totalité du sang et d'autre part le volume de ce gaz qui a été absorbé par 100^{cc}, on obtient par une simple proportion le volume cherché.

Afin de fixer les idées, nous prendrons un exemple qui indiquera la marche à suivre pour arriver au dosage de la masse totale du sang par rapport au poids de l'animal.

Préparation de l'oxyde de carbone pour l'intoxication. — L'oxyde de carbone préparé en chauffant du bioxalate de potasse avec un excès d'acide sulfurique n'est jamais pur; dans le flacon renversé sur l'eau qui renferme le gaz on ajoute un morceau de potasse, on agite pour absorber une certaine quantité d'acide carbonique que le flacon de potasse employé lors de la préparation a laissé échapper.

On mesure dans un long tube gradué un certain volume de gaz, 75^{cc}, par exemple; on introduit sous l'eau un tube rempli d'une solution de protochlorure de cuivre dans l'acide chlorhydrique qui a été préparée en introduisant dans un flacon de la tournure de cuivre, du cuivre et un excès d'acide chlorhydrique, on ferme le tube gradué avec un bouchon de caoutchouc et on agite vivement; le réactif absorbe tout l'oxyde de carbone, et il

reste par exemple 3^{cc} de résidu; ainsi 75^{cc} du gaz renferment 72^{cc} d'oxyde de carbone pur, il en résulte que si l'on veut obtenir un volume déterminé de gaz contenant par exemple 100^{cc} d'oxyde de carbone pur, le volume du gaz à employer sera donné par la proportion :

$$\frac{75}{72} = \frac{x}{100}\text{; d'où } x = 100 \times \frac{75}{72}$$

Cherchons le quotient de 75 par 72, on aura 1,0416; c'est le facteur par lequel il faut multiplier le volume d'oxyde de carbone pur que l'on désire; le produit $104^{cc}1$ mesuré dans une cloche graduée contiendra exactement 100^{cc} d'oxyde de carbone pur.

Le poids du chien est de 10^{k},150; partons de la dose que nous avons choisie comme n'étant par mortelle, après des essais multipliés, c'est-à-dire 100^{cc} d'oxyde de carbone pur pour 7^{k},3 du poids de l'animal, il faudra pour un chien de 10^{k},150 un volume d'oxyde de carbone qui sera donné par la proportion :

$$\frac{7\text{ k. }300}{72} = \frac{10{,}150}{y}\text{; } y = 139^{cc}$$

Multiplions 139 par le coefficient de correction 1,0416, et nous obtenons 144^{cc},8. On introduit dans une grande cloche, pouvant contenir 10 litres, graduée en litres et demi-litres et munie d'un robinet à trois voies, un mélange de 5 litres d'oxygène provenant d'un gazomètre, 1 litre d'hydrogène mesuré dans un litre jaugé et 148^{cc} d'oxyde de carbone, volume un peu différent du précédent 144,8, parce qu'il est difficile dans une cloche graduée de faire passer exactement un volume donné. Avant de faire respirer ce mélange, on découvre l'artère carotide, on fixe dans le vaisseau une canule métallique munie d'un tube de caoutchouc et on aspire 2 seringues de sang, environ 50^{cc} de sang normal qui est injecté dans un flacon bouché à l'émeri que l'on fait agiter pour défibriner le sang.

Sur le museau de l'animal, on place une muselière de caoutchouc (fig. 1) que l'on applique exactement à l'aide d'un lien et de plusieurs anneaux de caoutchouc, de manière que l'adaptation soit exacte, on fait respirer l'animal dans la cloche soutenue sur l'eau; dans les premiers moments le chien présente un peu

d'agitation, mais il respire régulièrement; après 12 minutes environ, on fait une seconde prise de sang qui cette fois est

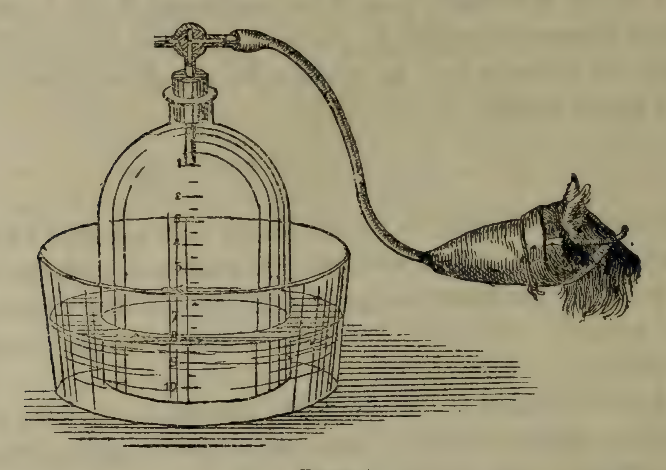


FIGURE 1.
Animal respirant, à l'aide d'une muselière de caoutchouc, un mélange d'oxyde de carbone, d'oxygène et d'hydrogène contenu dans une cloche graduée.

intoxiqué et renferme une certaine proportion d'oxyde de carbone; quand on a pris le sang on tourne le robinet pour faire respirer l'animal dans l'air, on le détache et généralement il se rétablit complètement après cette mesure, la plaie se guérit au bout d'un certain temps. Il faut alors déterminer le volume de gaz qui est dans la cloche et celui qui était resté dans les poumons.

Mesure du volume de gaz restant dans la cloche et dans les poumons. — On introduit dans un long tube gradué sur l'eau 104cc4 de gaz, on agite avec de la potasse, le volume se réduit à 92cc3, il y avait donc 12cc1 d'acide carbonique.

On fait passer dans l'eudiomètre (fig. 2) 41cc4 du gaz dépouillé d'acide carbonique, après l'étincelle ce volume devient 31,4, la réduction est 10cc, dont le tiers, 3,333 représente l'oxygène et les deux tiers 6,666 l'hydrogène. Mais si 41cc4 de gaz

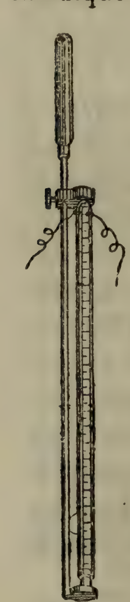


FIGURE 2.
Tube eudiométrique et support spécial s'opposant à la projection du tube et du bouchon au moment de l'explosion.

contenaient 6,666 d'hydrogène, quel était le volume d'hydro-

gène contenu dans 92,3? La proportion suivante résout la question :

$$\frac{6.666}{41,4} = \frac{92,3}{x}; \text{ d'où } x = 14,86$$

Mais ce ne sont pas 92cc3 qui renfermaient le gaz, mais 104,4 qui ont été soumis d'abord à l'analyse et, comme la cloche et les poumons ont reçu d'abord 1000cc d'hydrogène pur, le volume cherché sera obtenu par la proportion :

$$\frac{104,4}{14,86} = \frac{y}{1000}; \text{ d'où } y = 7 \text{ litres } 025$$

Dosage de l'oxyde de carbone restant. — Après cette analyse eudiométrique nous avons dosé la quantité d'oxyde de carbone restant dans un litre de ce mélange gazeux dont nous connaissons maintenant le volume. Il nous paraît utile de donner quelques détails sur le procédé que nous avons suivi, pour le dosage de l'oxyde de carbone par la voie sèche, méthode qui donne des résultats très exacts. Dans un long tube en verre de Bohême (fig. 3) on a introduit de la tournure de cuivre grillée à

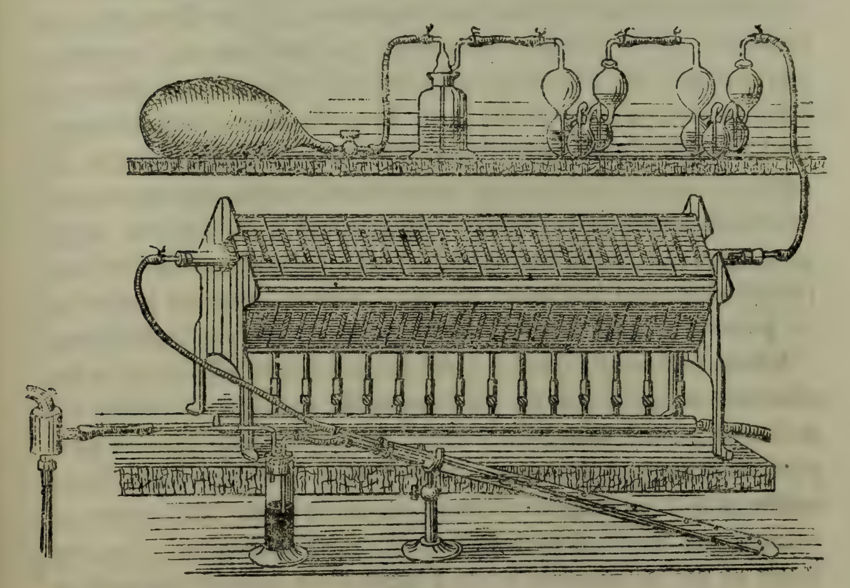


FIGURE 3.
Appareil pour le dosage de l'oxyde de carbone par la voie sèche. Les gaz sont aspirés par une trompe de Golaz, traversent la série des tubes et une soupape de Muller à mercure qui s'oppose au reflux.

l'air à l'aide d'un chalumeau à gaz et à air, dont la flamme a été

projetée à plusieurs reprises sur le cuivre contenu dans un têt à combustion. Le tube placé au centre d'un tube en fer est disposé dans une grille à analyse chauffée par le gaz au rouge sombre, il est fermé à ses deux extrémités par deux bouchons de caoutchouc traversés par des tubes droits de verre qui communiquent avec une série de barboteurs à potasse, lesquels doivent absorber complètement l'acide carbonique du gaz soumis au dosage avant son passage à travers le tube à combustion; pour avoir la certitude d'une absorption totale, il faut intercaler entre le dernier barboteur à potasse et la grille à analyse un tube de Liebig modifié contenant une solution d'eau de baryte qui ne doit jamais se troubler; à la suite du tube à combustion, on dispose un tube de verre large de 3 centimètres environ et ayant 60 centimètres de long, à moitié rempli d'eau de baryte et fermé par un bouchon de caoutchouc à 2 trous : l'un est traversé par un robinet de verre qui se termine dans le tube par un long tube de verre se rendant jusqu'à l'extrémité fermée du tube principal, en outre, ce robinet est uni au tube à combustion à l'aide d'un tube en caoutchouc; la seconde ouverture du bouchon est traversée par un tube de verre recourbé qui sert pour faire l'aspiration avec la trompe : ce tube, qui doit absorber complètement l'acide carbonique produit par la combustion de l'oxyde de carbone, laquelle a lieu au contact de l'oxyde de cuivre, est maintenu incliné sur l'horizon de manière à former un angle aigu avec celui-ci; l'avantage de cette disposition est de faire passer lentement les bulles de gaz à travers l'eau de baryte et permettre une absorption complète de l'acide carbonique.

Il faut remarquer que le litre de gaz expiré soumis à la recherche et qui contient de l'oxyde de carbone renferme un mélange gazeux dans lequel entre de l'hydrogène dans la proportion d'un gaz détonant; pour éviter l'inflammation de ce mélange qui pourrait avoir lieu, on a soin de faire passer le litre de gaz dans un petit ballon de caoutchouc muni d'un robinet et de lui ajouter 3 ou 4 litres d'air, alors la proportion d'hydrogène contenue dans ce mélange devient inférieure à 1/10e; or on sait que dans ce rapport le mélange gazeux n'est plus combustible; le ballon de caoutchouc est fixé au premier barboteur à potasse et à l'aide d'une trompe à eau et

d'une pince à pression on fait arriver bulle à bulle le gaz du ballon à travers tout l'appareil qui est représenté par la figure 3 :

Mais il y a une précaution à prendre lorsqu'on se sert pour la première fois de ce procédé de dosage : en faisant passer de l'air du laboratoire, dépouillé d'acide carbonique, ne contenant pas trace d'oxyde de carbone à travers le tube à combustion, on obtient cependant toujours un précipité volumineux de carbonate de baryte qui provient des poussières de carbonate de chaux ou organiques contenues, soit dans l'intérieur du tube à combustion, soit dans la tournure de cuivre ; il faut faire circuler de l'air pendant plusieurs heures et renouveler l'eau de baryte jusqu'à ce qu'elle reste parfaitement limpide, après quoi on peut opérer en toute sécurité. Le carbonate de baryte apparaît dans le tube sous la forme d'un précipité assez abondant; on le décompose dans le même tube en unissant celui-ci à une pompe à mercure par l'intermédiaire d'un tube de verre recourbé fixé au tube, dont on a enlevé le bouchon à deux trous pour le remplacer par un bouchon de caoutchouc à un seul trou, que traverse ce tube courbé. On a eu soin de laisser immergé dans l'eau de baryte le tube droit qui a conduit les gaz et dont les parois intérieures sont couvertes d'une légère couche de carbonate de baryte; on a enveloppé le bouchon d'un manchon de caoutchouc plein d'eau froide; lorsqu'on a fait un vide approché par les manœuvres de la pompe, on fait arriver dans le récipient, immergé dans l'eau chaude, à l'aide d'un entonnoir fixé au-dessus du robinet de la pompe, de l'acide chlorhydrique pur dilué dans de l'eau distillée, acide que l'on a fait bouillir pour chasser complètement l'acide carbonique qu'il pourrait contenir (on le conserve dans le ballon qui a servi à l'ébullition) la décomposition a lieu immédiatement, le liquide s'éclaircit aussitôt et on recueille dans une cloche graduée pleine de mercure tout l'acide carbonique dégagé dans la réaction, on le dose sur le mercure en y ajoutant de la potasse.

1000^{cc} du gaz expiré soumis à ces opérations de dosage ont donné $11^{cc}1$ d'acide carbonique qui correspondent à $11^{cc}1$ d'oxyde de carbone (un volume d'oxyde de carbone donnant en brûlant un volume d'acide carbonique); pour savoir ce que

7,025^{cc} du mélange renfermaient d'oxyde de carbone, il suffit de multiplier 7,025 par 11,1, ce qui donne 78^{cc} de gaz.

Dosage de l'oxyde de carbone fixé par le sang. — Pour dé-

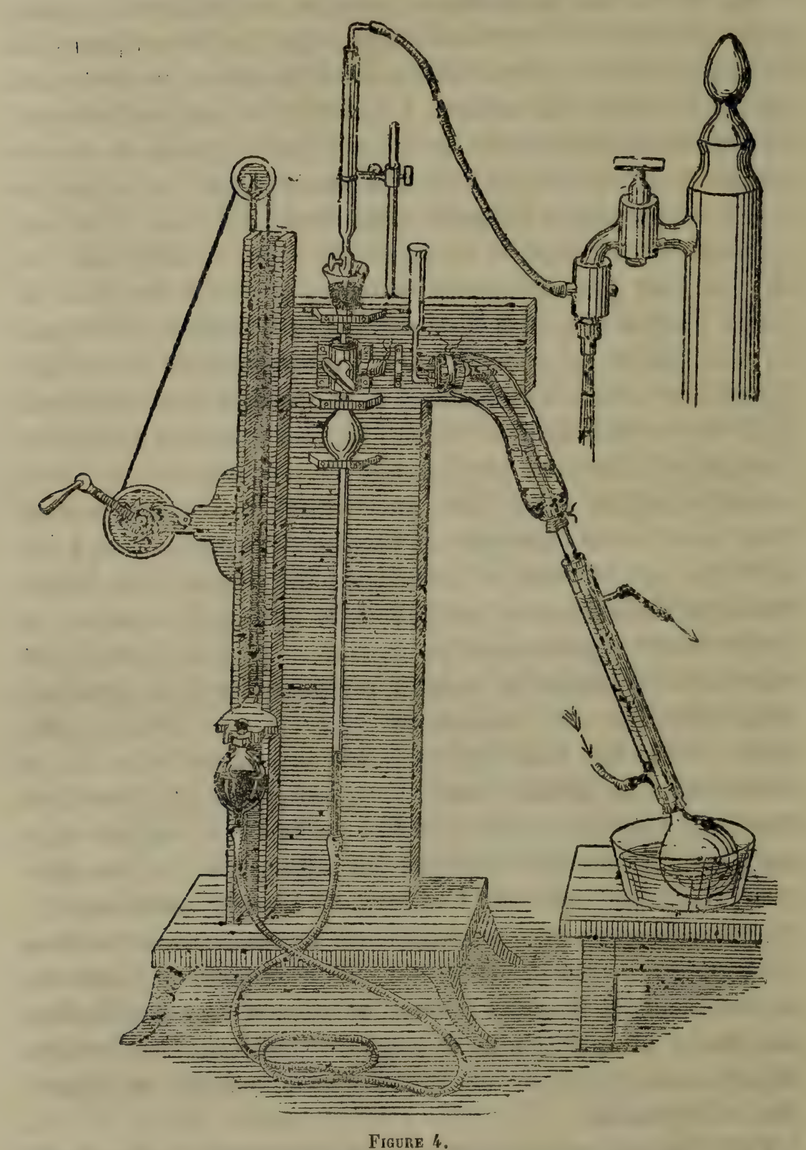


Figure 4.
Appareil de Gréhant pour l'extraction des gaz du sang dans lequel on fait d'abord un vide approché à l'aide d'une trompe à eau de Golaz.

terminer le volume d'oxyde de carbone fixé par 100^{cc} de sang, nous avons employé le procédé indiqué par Gréhant dans son

mémoire sur la mesure du plus grand volume d'oxygène et d'oxyde de carbone qui peut être absorbé par le sang (1).

On fait passer de l'oxygène à travers le premier échantillon de sang jusqu'à ce que le flacon soit rempli de mousse, puis à l'aide d'une planche à secousses, mise en mouvement par un petit moteur hydraulique, on soumet le sang et l'oxygène à une vive agitation pendant un quart d'heure, le liquide sanguin est filtré sur un linge et placé dans un entonnoir qui plonge dans un tube gradué en centimètres cubes; on a soin de ne pas comprimer la toile qui retient la fibrine et une grande partie de la mousse; on ferme le tube divisé par un bouchon, on y attache solidement une corde avec laquelle on fait tourner rapidement le tube, comme s'il s'agissait d'un thermomètre à alcool, la longueur de la corde étant environ d'un mètre; par cette opération on rassemble à la surface du sang les petites bulles de gaz qui étaient restées incluses dans le liquide, on note quel est le volume occupé par le sang qne l'on verse dans un entonnoir fixé par un tube de caoutchouc au-dessus du robinet de la pompe à mercure (fig. 4) : le récipient a d'abord été vidé d'air absolument par une trompe de Golaz et par les manœuvres de la pompe; on tourne le robinet de manière à faire entrer le sang dans le récipient; on ajoute dans le tube gradué et dans l'entonnoir 20^{cc} d'eau distillée récemment bouillie pour laver les parois, puis on laisse entrer un peu de mercure pour chasser l'eau du tube d'aspiration, le bain d'eau est maintenu à 40° par un régulateur de d'Arsonval.

L'extraction des gaz du sang a donné les résultats suivants :

Gaz total	17^{cc}
Après la potasse	7,7
Après l'acide pyrogallique	1,3
	6^{cc}4 d'oxygène.

35^{cc}3 de sang ont donné 6,4 d'oxygène, 100^{cc} de ce liquide auraient donné :

$$\frac{6,4 \times 100}{35.3} = 18^{cc}1$$

(1) Bibliothèque de l'École des hautes études, t. IX, 1874, par Gréhant. Masson, éditeur.

Telle est la capacité respiratoire du premier échantillon de sang, du sang normal.

Le second échantillon de sang a donné pour 32^{cc} de sang :

Gaz	9^{cc}3
Après la potasse	3.7
Après l'acide pyrogallique	0.45
	3.25

32^{cc} de sang ont donné 3,25 d'oxygène ; 100^{cc} de sang auraient donné.

$$\frac{3,25 \times 100}{32} = 1^{cc}10$$

C'est la capacité respiratoire du sang intoxiqué. La différence 18,1 — 10,1 = 8^{cc} représente le volume d'oxyde de carbone qui a été fixé par 100^{cc} de sang.

Mais nous avons fait respirer à l'animal 148^{cc} d'oxyde de carbone ; remarquons que 75^{cc} de ce gaz contenaient 72 d'oxyde de carbone pur, par suite 148^{cc} renfermaient :

$$\frac{148 \times 72}{75} = 142^{cc} \text{ d'oxyde de carbone pur.}$$

78^{cc} du même gaz ont été retrouvés, donc 142 — 78 = 64^{cc} ont été absorbés par le sang ; nous avons reconnu que 100^{cc} de sang ont absorbé 8^{cc} d'oxyde de carbone, le volume x du sang s'obtiendra par la proportion :

$$\frac{100}{8} = \frac{x}{64} \text{ d'où } x = 800^{cc}.$$

Comparons ce volume de sang au poids de l'animal qui est 10^{k},150, et nous obtenons :

$$\frac{800}{10,150} = \frac{1}{y}; \text{ d'où } y = 12,7$$

Le poids de sang est compris entre $\frac{1}{12}$ et $\frac{1}{13}$ du poids du corps.

Nous publions dans le tableau suivant une série de résultats que nous avons obtenus et qui donnent des nombres très concordants. Ces chiffres sont compris entre $\frac{1}{11}$ et $\frac{1}{13,8}$, ce dernier étant une limite extrême.

TABLEAU DE RÉSULTATS.

Poids des chiens.	CO pur employé.	CO retrouvé.	Durée de l'expérience	Capacité respiratoire du 1er sang.	Capacité respiratoire du 2e sang.	Volume de sang.	Proportion par rapport au poids du corps.
k. gr.			m. s.				
10 150	142cc	78cc2	13	18,1	10,1	800cc	$\frac{1}{12,7}$
16 200	217,7	17,2	9	29,9	14,25	1172	$\frac{1}{13,8}$
20 600	282,3	58,8	10	21,1	9,1	1860	$\frac{1}{11}$
20 470	277,5	51,2	10	25,6	12,06	1671	$\frac{1}{12}$
22 770	310,8	44,1	8	23,5	9,0	1839	$\frac{1}{12,4}$
17 500	239,5	34,8	9 30	23,1	7,7	1329	$\frac{1}{13}$
17 870	244,7	25,3	10	27,6	14,2	1637	$\frac{1}{11}$
16 970	223,9	27,4	16	27 5	13,1	1364	$\frac{1}{12,4}$
26 320	360	38,6	10	25 6	10,9	2178	$\frac{1}{12}$

Critique expérimentale du procédé. — L'exactitude de ce procédé de mesure suppose que l'oxyde de carbone combiné avec l'hémoglobine se trouve distribué d'une manière homogène dans tout l'appareil circulatoire; nous avons vérifié ce fait en prenant chez des animaux partiellement intoxiqués deux échantillons de sang, l'un dans le système artériel et l'autre dans le système veineux; les expériences ont montré que les capacités respiratoires des deux échantillons de sang sont les mêmes, et que par suite 100^{cc} de sang pris en n'importe quel endroit des vaisseaux sanguins contiennent exactement le même volume d'oxyde de carbone.

Exemple. — Après avoir mesuré le volume de sang chez un animal, nous lui avons fait subir le lendemain une hémorrhagie de volume mesuré; en répétant de nouveau la mesure après la soustraction de sang, nous avons trouvé un volume moindre que le premier, la différence était à peu près égale au volume

de sang pris par hémorrhagie; nous n'insistons pas davantage sur ces points sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir, et qui établissent l'exactitude de la méthode.

Dans une première mesure, le 27 mars, on vérifie la méthode sur une chienne de $15^{k},500$, on fait respirer à l'animal $212^{cc}3$ d'oxyde de carbone pur dans le mélange ordinaire; la chienne respire dans la cloche par un tube fixé dans la trachée. — On fait la prise de sang entre la 9e et la 10e minute.

Le premier échantillon de sang normal renferme :

	30 0/0 d'oxygène.
Le second échantillon	13,125 0/0
Donc 100^{cc} de sang ont absorbé	$16^{cc},875$ de CO.

La décomposition du carbonate de baryte donne $6^{cc},35$ d'oxyde de carbone pour un litre, pour tout l'oxyde de carbone absorbé par le sang $174^{cc}3$.

Pour le volume total du sang on aura donc :

$$\frac{100^{cc}}{16,875} = \frac{x}{174,3} \quad x = 1033^{cc},2 \text{ pour le sang total}$$

Hémorrhagie de 175^{cc} de sang.

Dans une deuxième mesure, on soumet l'animal aux mêmes séries d'opérations :

Le premier échantillon de sang renferme		$27^{cc}4$ 0/0 d'oxygène.
Le deuxième	de sang oxycarboné	10,25
		17,15 CO fixé.

La décomposition du carbonate de baryte donne $151^{cc}2$ d'oxyde de carbone étant en combinaison avec l'hémoglobine.

Pour le volume cherché on aura :

$$\frac{100}{17,15} = \frac{x}{151,2} \text{ d'où } x = 881,6$$

Or entre la première et la deuxième mesure nous avons enlevé à cette chienne :

5 seringues de sang de 25^{cc}	125^{cc}
2 seringues de même volume	50^{cc}
	$175^{cc} + 881,6 = 1056^{cc},6.$

Le chiffre avant l'hémorrhagie était de 1,033^{cc}. Cela fait une différence de 23 grammes.

Nous pourrions citer bien d'autres exemples qui donnent des résultats tout à fait analogues.

Nous pouvons donc conclure que cette méthode donne des résultats rigoureux.

Son importance n'échappera à personne ; il nous semble qu'elle sera une nouvelle méthode d'investigation utile dans bien des recherches de régénération du sang, de physiologie pathologique applicable à la médecine clinique : il est même difficile de limiter le champ de ses applications, tellement elles sont nombreuses et variées.

Les recherches dont nous venons d'exposer les principaux résultats ont été faites au Muséum d'histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale, dirigé par M. le professeur Rouget.

DESCRIPTION

D'UN MONSTRE CÉLOSOMIEN

AVEC

SPINA BIFIDA (HYDRORACHIS INTERNE)

Par MM. F. TOURNEUX et E. WERTHEIMER

Le monstre qui fait l'objet de ce travail (1) appartient au genre *agénosome* de la famille des monstres célosomiens, caractérisé ainsi par I. Geoffroy Saint-Hilaire : « Eventration latérale ou médiane, occupant principalement la portion inférieure de l'abdomen ; organes génitaux et urinaires nuls ou très rudimentaires » (*Traité de Tératologie*, 1836). Nous ajouterons à cette description sommaire que notre monstre présente en plus une fissure spinale occupant toute la région lombo-sacrée, et que ses deux membres inférieurs ont subi un mouvement de rotation de 180° en dedans, de telle façon que les fesses et les creux poplités regardent en avant. Les organes génitaux internes et externes font totalement défaut ; il n'existe pas d'anus. Le segment supérieur du corps, au delà de la portion moyenne du thorax, le cou, la tête, les membres thoraciques n'offrent pas d'anomalies apparentes : le bras droit a été arraché pendant les manœuvres obstétricales. Les pieds sont atteints d'équinisme.

Le fœtus était arrivé à peu près au huitième mois de la vie intra-utérine. Sa longueur totale est de 30 centimètres, son poids de 2,100 grammes.

1° *Masse herniaire*. — La masse herniaire, globuleuse, comprend tout l'abdomen et la partie inférieure du thorax. Elle est enveloppée par une membrane transparente qui se laisse facilement décomposer par la dissection en deux lames distinc-

(1) Nous adressons ici nos plus sincères remerciements à M. le professeur Pilat pour l'extrême obligeance qu'il met à nous confier l'examen des fœtus monstrueux provenant de son service.

tes : l'externe offrant tous les caractères de l'amnios, est séparée de la peau du fœtus par un sillon assez marqué, l'interne se continue directement avec le péritoine pariétal dont il est impossible de la distinguer (1).

Les coupes pratiquées sur les bords de l'orifice d'éventration, montrent que l'épiderme du fœtus diminue brusquement dans toute sa hauteur, pour se continuer au delà sous forme d'épithélium amniotique.

La membrane d'enveloppe est assez mince dans ses deux tiers supérieurs pour laisser voir par transparence le cœur qui occupe le point culminant de la tumeur, et au-dessous le foie qui forme la plus grande partie de la masse herniaire; inférieurement cette membrane s'épaissit notablement. Sur tout le côté gauche et notamment au niveau du foie, on trouve des débris d'une substance spongieuse dont la consistance et l'aspect rappellent le placenta, et que le microscope permet en effet de reconnaître pour des débris de cet organe. A ce niveau le feuillet profond de la membrane d'enveloppe fait défaut : le placenta adhère intimement au péritoine viscéral qui recouvre le foie. Le cordon ombilical très court s'insère en haut et à gauche.

L'orifice d'éventration, de forme ovalaire, mesure à peu près dix centimètres de long sur six de large.

En incisant la membrane d'enveloppe sur la ligne médiane, on reconnaît que le cœur bien conformé est logé dans une poche spéciale, dont cette membrane constitue la paroi antérieure. Le cœur est situé tout entier en dehors du thorax, et sa face postérieure repose sur un diaphragme d'apparence normale. En raison de la déformation du thorax, dont nous parlerons plus loin, la base du poumon droit n'est pas recouverte par les côtes, et prend ainsi part à la constitution de la tumeur. Le reste du poumon droit et le poumon gauche tout entier sont cachés dans le thorax.

Nous n'avons rien à ajouter sur le foie, si ce n'est qu'il prend part dans sa totalité à la constitution de la tumeur, et que par son sillon longitudinal gauche il reçoit, comme à l'ordinaire, la veine ombilicale ; il est séparé du cœur et des poumons par

(1) Sur un monstre pleuro-célosomien, MM. Ern. Martin et Letulle ont pu constater l'existence d'un péritoine pariétal dans toute l'étendue de la poche (*Journal de l'Anat.*, 1876, n° 6).

la cloison diaphragmatique. En dessous et à gauche existe l'estomac dont la direction est demeurée presque verticale. On retrouve également la rate, l'épiploon gastro-hépatique et le grand épiploon.

2° *Persistance du cloaque interne.* — En suivant l'intestin à partir du duodenum, on le voit, après avoir décrit de nombreuses circonvolutions rattachées à la colonne vertébrale par le mésentère, s'ouvrir dans une poche allongée, volumineuse, diversement contournée sur elle-même, et dont la face interne est sillonnée d'un grand nombre de replis rougeâtres. Cette poche que ses connexions et la composition de ses parois nous permettent d'assimiler au gros intestin, se termine inférieurement par une extrémité légèrement arrondie en cul-de-sac, et déjetée à droite (*poche rectale*) ; l'appendice iléo-cœcal se détache, comme de coutume, du point d'union de l'intestin grêle avec le gros intestin.

Ces parties offrent la structure du gros intestin avec sa muqueuse à épithélium prismatique sans villosités, ses glandes de Lieberkühn, ses follicules clos isolés et sa tunique musculeuse dont les deux couches sont toutefois moins différenciées qu'à l'état normal.

La poche rectale communique par sa face antérieure avec une autre cavité de dimension plus réduite, dont la surface interne lisse et blanchâtre contraste avec celle du gros intestin. L'épithélium qui tapisse cette seconde cavité s'éloigne par tous ses caractères de l'épithélium intestinal. C'est un épithélium stratifié dont les cellules superficielles se sont généralement détachées sous l'influence de la macération, mais dont les cellules profondes qui ont persisté dans toute l'étendue de la cavité, rappellent par leur longueur et leur renflement périphérique en forme de massue, les cellules de l'épithélium vésical. L'épithélium repose sur une couche lamineuse riche en matière amorphe et en corps fibro-plastiques d'autant plus nombreux qu'on se rapproche davantage de la surface. Cette couche se continue sans modification jusqu'à la tunique musculeuse sous-jacente, sans qu'on puisse la décomposer en un chorion proprement dit et en une couche sous-muqueuse. Sa face interne ne présente aucune élevure papillaire nettement caractérisée.

La troisième couche ou tunique musculeuse est formée de

faisceaux de fibres lisses entrecroisés dans tous les sens et séparés par des cloisons lamineuses à peu près d'égale épaisseur. Il n'existe aucune délimitation précise entre les deux couches précédentes, les faisceaux musculaires pénétrant plus ou moins loin dans la couche lamineuse, et quelquefois venant s'y terminer perpendiculairement à sa surface. L'épaisseur moyenne de la tunique musculeuse est d'environ deux millimètres, celle de la couche lamineuse de un demi-millimètre. Enfin, extérieurement, l'organe est enveloppé par une couche de tissu cellulaire lâche qui renferme de larges vaisseaux sanguins et de nombreux ganglions nerveux.

Cette seconde poche antérieure et inférieure représente manifestement la vessie. C'est, en effet, dans sa cavité que viennent déboucher les uretères, ainsi que nous avons pu nous en assurer en poussant, sous une faible pression, une injection au bleu de Prusse dans ces conduits au voisinage des reins. De chaque côté la matière colorante a pénétré dans la poche. Il nous a été impossible de suivre par la dissection, en raison de l'état raccorni de la pièce, les uretères qui à une faible distance des reins s'enfoncent dans l'épaisseur de l'enveloppe commune, et y décrivent un trajet plus ou moins sinueux. Nous ajouterons, en passant, que le rein gauche seul est coiffé de sa capsule surrénale.

Au niveau du conduit de communication entre la vessie et la poche rectale, l'épithélium vésical se modifie. Il devient franchement pavimenteux stratifié, en même temps que le chorion se soulève en longues papilles effilées incomplètement enfouies dans l'épithélium. A la partie postérieure, la surface de la muqueuse est criblée de nombreux orifices circulaires répondant à des enfoncements cylindriques, encore tapissés par un épithélium pavimenteux stratifié, dans le fond desquels viennent déboucher les conduits excréteurs d'autant de glandes en grappe composée, analogues aux glandes de la prostate. Les ramifications glandulaires plongent dans un tissu musculaire lisse à faisceaux entrecroisés. L'ensemble de toutes ces glandules se présente sur les coupes qui intéressent le conduit de communication suivant sa longueur, sous forme d'une plaque ovalaire dont la longueur mesure 8 millimètres et la plus grande épaisseur 3 millimètres.

Le point précis où commence la muqueuse rectale est indiqué par une ligne légèrement sinueuse, au niveau de laquelle l'épithélium prismatique simple du rectum se substitue brusquement à l'épithélium pavimenteux stratifié du canal de communication (1). En ce point également, les fibres musculaires éparses entre les différents lobes des glandules prostatiques s'agencent en deux couches distinctes pour constituer la tunique musculeuse de l'intestin.

Nous avons signalé en commençant l'absence complète des organes génitaux, tant internes qu'externes. La peau est absolument lisse en regard de la vessie et de la poche rectale; on n'y découvre ni orifice anal, ni orifice génito-urinaire. Il nous paraît cependant possible de déterminer le sexe de notre monstre, grâce à l'existence de glandules analogues à la prostate le long du canal de communication entre la vessie et le rectum : ce serait un fœtus du sexe masculin.

La disposition que nous venons de décrire répond évidemment à la persistance du cloaque interne, coïncidant avec la non formation du cloaque externe. La vessie est restée en large communication avec l'intestin postérieur (poche rectale) qui lui a donné naissance, tandis que le bourgeon anal dérivant du feuillet externe du blastoderme ne s'est pas produit. La présence d'un épithélium mixte à la face interne de la vessie, tend à prouver que l'épithélium de cet organe chez le fœtus normalement conformé ne résulte pas, ainsi que le pensent quelques auteurs, d'un mélange entre les éléments du bourgeon allantoïdien (endoderme, cloaque interne), et ceux du bourgeon anal (cloaque externe). L'épithélium vésical, l'épithélium de la région prostatique de l'urèthre, et celui des glandules prostatiques seraient ainsi des dépendances directes du feuillet interne du blastoderme (2).

(1) Cette transition épithéliale rappelle entièrement celle qui existe au cardia, ainsi, qu'à l'extrémité inférieure du rectum, au niveau de la ligne ano-rectale (voyez G. Herrmann, *Sur la structure et le développement de la muqueuse anale.* Thèse Paris, 1880.)

(2) Virchow, en s'appuyant sur l'examen des cas tératologiques et sur la présence dans les glandes uréthrales de la femme, de concrétions analogues à celles de la prostate, avait déjà considéré ce dernier organe comme appartenant non à l'appareil génital, mais à l'appareil urinaire (*Prostata-Concretionen beim Weibe*, *Virchow's Arch.*, 1853). Cons. également : Ch. Robin et Cadiat : *Structure intime de la muqueuse uréthrale de l'homme et de la femme*, *Journal de l'Anat.*, 1874, n° 5, p. 550.

3° *Appareil de la circulation.* — L'appareil de la circulation présente les particularités suivantes. L'aorte descendante fournit, comme à l'ordinaire, les artères des organes viscéraux et deux branches de bifurcation pour les extrémités inférieures, mais il n'existe qu'une seule artère ombilicale, un peu plus volumineuse qu'à l'état normal. Les troncs qui se détachent de la crosse de l'aorte, ne présentent rien de remarquable, si ce n'est que les deux carotides naissent par un tronc commun, et les deux sous-clavières isolément.

Le point capital dans la disposition du système veineux, c'est l'absence de la veine cave inférieure. Le tronc commun de la veine ombilicale et de la veine porte (veine omphalo-mésentérique) va se rendre directement dans l'oreillette droite, après avoir reçu les deux veines sus-hépatiques. Les autres canaux veineux qui naissent plus bas, et ceux qui proviennent des extrémités inférieures vont se jeter dans le système des veines rachidiennes qui ramènent le sang à la veine cave supérieure par l'intermédiaire d'une azygos bien conformée. L'un de nous a déjà rencontré une disposition analogue chez un monstre acéphale (1). La veine cave supérieure et ses affluents n'offrent pas d'anomalies.

4° *Fissure spinale avec hydrorachis interne.* — L'arrêt de développement qui a frappé les parois ventrales et la plupart des organes contenus dans l'abdomen, semble avoir retenti en arrière sur l'extrémité inférieure du rachis. L'arc postérieur des vertèbres manque en effet dans toute la région lombo-sacrée. L'espace compris entre les corps des vertèbres et la peau est occupé par une poche ovoïde remplie de sérosité, qui fait fortement saillie en arrière, et qui reçoit par son sommet supérieur l'extrémité de la moelle épinière. Les dimensions de cette poche sont les suivantes : longeur, 6 centimètres ; largeur, 4 centimètres.

En disséquant avec soin les enveloppes de la moelle au-dessus de la tumeur, on reconnaît que la dure-mère, l'arachnoïde et la pie-mère se confondent inférieurement en une seule membrane qui se prolonge dans l'épaisseur des parois de la poche, dont elle fait partie constituante. La moelle épinière pénètre dans la

(1) Voy. Wertheimer, *Description d'un monstre péracéphale* (*Bulletin scientifique du Nord*, 1880, n° 8.)

cavité, s'accole à la paroi antérieure et semble se terminer brusquement par une portion étalée, en regard de la deuxième vertèbre lombaire. La longueur du tronçon médullaire contenu dans la poche est d'environ un centimètre. Nous verrons par l'examen microscopique des parois, que cette terminaison de la moelle n'est qu'apparente, et qu'en réalité elle se continue avec une mince membrane nerveuse qui tapisse toute la poche. La cavité arachnoïdienne disparaît en même temps que se fait l'accolement des méninges; son cul-de-sac inférieur dilaté est cloisonné par des tractus filamenteux.

Nous distinguerons à la poche deux parois : l'une externe ou cutanée, l'autre profonde et antérieure. La paroi externe, dont l'épaisseur mesure de 2 à 3 millimètres, est formée par la superposition de dedans en dehors des différentes couches suivantes :

1° Une couche nerveuse très mince avec quelques vésicules adipeuses à sa face profonde ;

2° Une couche fibro-élastique, prolongement des enveloppes médullaires ;

3° Une couche adipeuse épaisse (un millimètre) ;

4° La peau (1/2 millimètre).

La paroi profonde comprend les quatre couches suivantes :

1° Une couche nerveuse ;

2° Une couche fibro-élastique (1/2 millimètre) ;

3° Une couche adipeuse épaisse (1 millimètre) ;

4° Une couche lamineuse mince ;

Auxquelles vient s'ajouter, dans la moitié inférieure de la poche, une cinquième couche musculaire représentant vraisemblablement les muscles de la masse sacro-lombaire.

La couche nerveuse interne, la seule qui soit intéressante à notre point de vue, se compose d'une substance finement granuleuse, réticulée par places (névroglie), englobant de petits éléments cellulaires sphériques ou ovoïdes reconnaissables comme des myélocytes. Elle ne paraît pas renfermer de cellules nerveuses arrivées à leur état de complet développement. Sa face interne est tapissée par une couche de cellules épithéliales prismatiques allongées, offrant tous les caractères des cellules du canal central de la moelle, et envoyant comme ces dernières des prolongements effilés dans le tissu sous-jacent. Cette couche

nerveuse est du reste en continuité de tissu avec la moelle épinière, ainsi qu'il est facile de s'en assurer en examinant une série de coupes transversales. Le canal central de la moelle, déjà dilaté à un centimètre au-dessus de la terminaison apparente de la moelle, se renfle considérablement à ce niveau et forme la cavité de la poche spinale, tandis que la substance médullaire s'étale en couche mince, pour en constituer le revêtement interne (1).

L'épaisseur et la composition de cette membrane présentent quelques variations suivant les points envisagés. On peut dire d'une façon générale qu'elle est plus épaisse en avant qu'en arrière, et dans la moitié supérieure de la poche. Son épaisseur la plus considérable est d'environ 100 μ. Tantôt la substance nerveuse proprement dite fait défaut, et la membrane n'est plus représentée que par son épithélium superficiel; tantôt, au contraire, c'est l'épithélium qui manque, et la substance nerveuse mise à nu, se trouve directement en contact avec le liquide de la poche. Ce dernier fait n'a rien qui doive nous étonner, si l'on considère que les cellules du canal central ne se sont pas suffisamment multipliées pour tapisser toute la cavité de la poche. On peut, en effet, constater sur les coupes de la moelle épinière pratiquées au-dessus de la poche, et en un point où le canal médullaire est déjà dilaté, que l'épithélium ne forme plus un revêtement continu, mais qu'il est comme dissocié et réparti par îlots à la face interne de ce canal.

5° *Squelette.* — Nous avons également rencontré dans la

(1) On sait que les fissures spinales accompagnées d'hydrorachis externe, c'est-à-dire dans lesquelles la poche communique avec les espaces sous-arachnoïdiens, résultent d'un arrêt de développement des lames dorsales qui ne se sont pas soulevées et réunies à face postérieure de l'embryon (voy. Dareste, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 15 déc. 1879; F. Tourneux et E. Martin, *Contribution à l'histoire du spina bifida, Journal de l'Anatomie*, 1881; et A. Lebedeff, *Ueber die Entstehung der Anencéphalie und Spina bifida bei Vögeln und Menschen, Virchow's Arch.*, 1881). La moelle épinière persiste sous forme d'une gouttière largement ouverte et qui, non protégée par l'arc postérieur des vertèbres, s'est trouvée peu à peu refoulée en arrière par la pression du liquide céphalo-rachidien. Les fissures spinales avec hydrorachis interne, auxquelles se rapporte la malformation ci-dessus, ne nous paraissent pas avoir reçu jusqu'à ce jour d'explication satisfaisante. On a invoqué dans ce cas un soulèvement tardif des lames dorsales de l'embryon (Dareste), ou encore une dilatation primitive du canal central s'opposant à la formation des apophyses épineuses, mais ces différentes hypothèses n'ont pas été contrôlées, que nous sachions, par l'observation de stades intermédiaires.

conformation du squelette quelques modifications importantes.

La colonne vertébrale, rectiligne dans la région cervicale, décrit à la région dorsale une première courbure tournée à droite et en avant, et dans la région lombaire une seconde courbure dirigée de même en avant et assez prononcée pour effacer complètement la cavité du bassin; enfin son extrémité inférieure s'infléchit fortement de droite à gauche. La face postérieure du rachis manque, ainsi que nous l'avons vu précédemment, à partir des premières vertèbres lombaires.

En raison de la déformation de la colonne vertébrale, la cavité thoracique est beaucoup plus profonde à gauche qu'à droite, c'est-à-dire du côté de la concavité de la courbure. Les sept côtes inférieures droites imbriquées les unes sur les autres descendent jusqu'à l'os iliaque; les cinq côtes supérieures s'articulent avec le sternum encore cartilagineux. A gauche, les quatre premières côtes atteignent également le sternum; toutes les autres, qui ne sont qu'au nombre de cinq, sont fusionnées dans leur partie moyenne en une seule plaque osseuse.

Les deux os iliaques réunis par une symphyse ne circonscrivent pas de véritable cavité par suite de la saillie de la colonne vertébrale. Les ligaments qui les unissent au sacrum sont très lâches, et c'est probablement à cette laxité, ainsi qu'à la déformation de l'extrémité inférieure du rachis, qu'il faut attribuer la torsion si singulière des deux membres inférieurs, que nous avons signalée au début de ce travail.

6° *Considérations générales.* — On s'accorde généralement à considérer les éventrations congénitales comme la conséquence d'un arrêt de développement des lames ventrales qui ont conservé dans une certaine étendue leur structure primitive, et se sont incomplètement repliées en avant, pour délimiter la cavité péritonéale. Il serait peut-être plus exact de dire que la portion du feuillet musculo-cutané qui doit donner naissance aux parois de l'abdomen, s'est trouvée chez les monstres célosomiens, insuffisante pour recouvrir tous les viscères, et que par suite l'amnios qui est la continuation directe des lames ventrales, a dû contribuer à la formation de la membrane d'enveloppe. Nous avons pu nettement constater ce fait sur un embryon de mouton célosomien

dont l'arrière train était coudé à angle droit sur l'abdomen et dirigé à gauche. Tous les viscères d'ailleurs étaient normalement développés, à part quelques déformations résultant de la flexion de l'extrémité inférieure de l'embryon. La masse herniée, comprenant en avant le foie et l'intestin grêle, était entièrement tapissée par le péritoine, sans solution de continuité. Sur les bords de l'orifice d'éventration, le péritoine adhérait intimement à la face profonde de l'amnios dans une étendue de plusieurs millimètres. Au delà les deux feuillets péritonéal et amniotique étaient dissociés par l'interposition du tissu allantoïdien, et l'amnios se réfléchissait en arrière pour envelopper l'embryon.

Cette participation de l'amnios à la constitution des parois de la poche herniaire, expliquerait la brièveté souvent considérable du cordon, ainsi que les adhérences fréquentes entre le placenta et les organes digestifs (1). Il ne répugne, d'autre part, nullement d'admettre que la partie profonde de l'amnios en contact avec les viscères, ait pu se différencier et se transformer graduellement en une sorte de péritoine pariétal plus ou moins complet.

(1) « Le cordon ombilical s'éloigne de l'état régulier par une brièveté souvent poussée à l'extrême. Le placenta se trouve ainsi très rapproché des viscères digestifs auxquels il adhère d'ailleurs par l'intermédiaire des membranes, et il ne forme véritablement avec eux, dans la plupart des cas, qu'une seule et même masse. » (I. Geoffroy Saint-Hilaire, *Traité de Tératologie*, 1836.)

SUR L'OSSIFICATION

DES

CARTILAGES STERNO-CLAVICULAIRES

TEMPORO-MAXILLAIRES ET TRACHÉENS

COMPARÉE A CELLE DU TISSU PRÉOSSEUX (1)

Par MM. HERRMANN et Ch. ROBIN

Nous résumons dans cette note les résultats de quelques recherches entreprises pour vérifier les assertions des auteurs qui admettent une ossification directe (*métaplastique*) du cartilage dans certaines parties du squelette.

Clavicule et articulation sterno-claviculaire. — Une coupe portant à la fois sur l'extrémité interne de cet os, sur le disque inter-articulaire et la portion contiguë du sternum, montre de la façon la plus nette les phases successives de l'ossification enchondrale telle qu'elle se passe dans toutes les pièces cartilagineuses du squelette provisoire. La multiplication des cellules du cartilage et leur flétrissement consécutif, l'agrandissement des chondroplastes, l'apparition des éléments de la moelle, des ostéoblastes et des vaisseaux, la zone de calcification d'abord grenue, puis hyaline et le dépôt de la substance osseuse définitive s'observent là comme partout ailleurs. La virole osseuse compacte superficielle s'étend jusqu'à mi-hauteur du cartilage calcifié.

Nous n'avons à noter d'autre particularité qu'une étendue relativement considérable de la zone calcifiée. Sur un embryon humain long de 6 centimètres, la portion homogène de cette zone a une hauteur de $0^{mm},05$, la zone grenue mesure $0^{mm},06$, et le cartilage hyalin $0^{mm},03$ seulement. Il faut remarquer de plus l'absence de l'orientation habituelle des cellules du cartilage

(1) *Voy.* sur ce tissu et son ossification dans ce Recueil, 1882, p. 205, et Ch. Robin, art. *Os* du *Dict. encyclopédique des sciences médicales.*

en séries linéaires longitudinales vers la limite d'osssification. Ces cellules contrastent par leur volume considérable (jusqu'à $0^{mm},025$ et $0^{mm},030$ de diamètre) avec celles de la partie avoisinante du sternum, dont les plus grosses ne dépassent guère un centième de millimètre.

On observe des dispositions absolument identiques pour l'ossification de l'extrémité acromiale. (Voyez aussi sur ce point Ch. Rémy. Thèse d'agrégation, 1880, p. 62.)

Ce n'est là qu'une légère variante du type classique de l'ossification enchondrale telle qu'on la connaît depuis les recherches de H. Müller et de Gegenbaur; elle n'a rien de commun avec l'ostéogénie spéciale de certaines parties du crâne et de l'os du bois des ruminants, et ne représente pas davantage une transformation directe du cartilage en os.

Partout ici du reste (clavicule, condyles des maxillaires, anneaux trachéens des oiseaux, etc.), ce sont les réactions et la structure du cartilage que l'on retrouve et nullement ceux de la substance ou tissu préosseux.

Suivant Henle les deux extrémités de la clavicule et les faces articulaires correspondantes de l'acromion et du sternum sont recouvertes de tissu cellulaire renfermant des cellules du cartilage, de même de la trochlée du cubitus, des articulations radio-cubitales et peronéo-tibiales inférieures. Bruch indique également du fibro-cartilage sur l'extrémité sternale de la clavicule comme sur les condyles du maxillaire inférieur. (*Ueber die Entwickelung der Clavicula*, etc. Zeitschrift fur wissenschaft. *Zoologie*, 1853, p. 372.)

Les préparations faites sur l'extrémité sternale de la clavicule dans le cours du développement montrent que le cartilage terminal de cet os est recouvert d'une couche de tissu fibreux dont la structure est analogue à celle du ménisque inter-articulaire appliqué sur elle. Cette couche se continue avec le périchondre sans ligne de démarcation nette.

Sur l'embryon humain long de 6 centimètres, son épaisssur égale à celle du ménisque, est de 1 millimètre. Un revêtement analogue, mais plus mince (quatre dixièmes de millimètre) tapisse également la surface articulaire du cartilage sternal. A ce moment les deux cavités articulaires ne sont directement limitées par du cartilage en aucun point de leur surface.

Sur un embryon plus âgé (long de 10 centimètres) la disposition précédente subsiste en ce qui concerne la clavicule, dont l'extrémité ne présente plus qu'une mince zone de cartilage hyalin. L'épaisseur de la couche fibreuse limitante est de 1 millimètre, celle du ménisque atteint $0^{mm},22$. Quant au cartilage sternal, il n'offre plus aucune trace de revêtement fibreux et se trouve directement en contact avec le ménisque, au moins dans sa partie centrale.

La conformation des diverses parties reste la même chez le fœtus à terme : l'épaisseur du cartilage hyalin n'est plus que de 1 milimètre, celle de la couche fibreuse est de 5 dixièmes de millimètres et le ménisque offre à peu près la même épaisseur.

Ces données que nous n'avons pas suivi plus loin sont à rapprocher de celles notées par Stieda qui décrit une disposition analogue sur le condyle de la mâchoire inférieure.

Notons l'état purement fibreux du ménisque sterno-claviculaire à la naissance. Alors qu'à l'état adulte une étendue plus ou moins grande de la portion centrale est exclusivement cartilagineuse, avec une mince couche fibro-cartilagineuse sur le reste des deux faces de glissement de la portion de l'organe qui est restée fibreuse. (Voy. Ch. Robin, art. *Fibreux*, p. 48. *Dict. encycl. du Dict. des sc. méd.,* 1878.)

Condyle et articulation du maxillaire inférieur. — La comparaison des parties et celle de leurs réactions chimiques montrent (p. 215-216 ci-dessus) que les condyles du maxillaire inférieur comme les extrémités de la clavicule, sont composés par du vrai *cartilage fœtal* ou *d'ossification* et non par du *tissu préosseux*. L'ostéogenèse y a lieu par substitution de l'os au cartilage avec l'intermédiaire ordinaire de passage par l'*état ostéoïde* ou de *calcification*. Il n'y a pas, comme pour les branches des mâchoires, les autres os sans cartilage préexistant et les *cornes* des ruminants, préexistence de l'*osséïne* contenant d'avance les *ostéoblastes* dans leurs cavités, avec simple addition ultérieure graduelle des sels calcaires et production des canalicules rayonnant autour des cavités.

Seulement, comme à l'extrémité sternale de la clavicule, la surface articulaire du condyle est tapissée d'abord d'une couche fibreuse, continuation du périoste, comme aussi toute la portion

articulaire correspondante, ou *glénoïde* du temporal. Le ménisque est également d'abord tout fibreux ou cellulaire, restant relié particulièrement au périoste condylien.

Déjà, du reste, M. Gosselin avait vu *(Bulletin de la Société anatomique*, Paris, 1841, p. 246) que toute la surface articulaire du condyle n'est recouverte que par un prolongement du périoste. Dans la partie supérieure et antérieure, chez l'enfant, il y a du cartilage sous la couche fibreuse et chez l'adulte ce revêtement devient ici du fibro-cartilage, tandis qu'en arrière il reste fibreux. La concavité de la cavité glénoïde reste aussi tapissée par le périoste et la convexité zygomatique est recouverte par du fibro-cartilage très vasculaire chez le fœtus et l'enfant.

Henle et Kölliker (*Micr. Anatomie,* 1850, t. II, p. 318) confirmèrent ces observations, sans les connaître ou du moins sans les citer.

Plus tard, M. Magitot et moi avions dit que : le maxillaire inférieur apparaît par *autogenèse*, par production immédiate et directe de tissu osseux au sein des tissus mous, sans être précédé par un cartilage de même forme; que du tissu cartilagineux s'ajoute à l'os déjà né, en complétant sa forme, et s'ossifie plus tard par suite des progrès de l'évolution (*Journal de la physiologie,* Paris, 1862, p. 230 à 237, et dans ce *Recueil,* 1864, p. 592).

Nous avions ajouté, en outre (*ibid.*, p. 591), que : « c'est du 60e au 70e jour environ que se montre pour la première fois du cartilage sur le maxillaire inférieur; ce tissu se produit au bord de l'*extrémité symphysaire* de l'os sous l'aspect d'une petite bande claire, en forme de segment de cercle, qui augmente peu à peu d'épaisseur, mais sans s'étendre sur les bords supérieur et inférieur du maxillaire. A l'extrémité opposée, il s'en produit en même temps une petite bande de même figure qui s'allonge rapidement en haut et en arrière. Elle prend, en 8 à 10 jours, la forme du condyle et de son col; quelques semaines plus tard, il en apparaît un peu au sommet de l'apophyse coronoïde et sur la saillie inférieure à angle obtus qui représente l'angle de la mâchoire inférieure... » « Toutes ces portions cartilagineuses surajoutées s'ossifient par envahissement graduel du cartilage, par l'os déjà existant qui empiète peu à peu sur

lui, sans qu'il apparaisse à leur centre de point osseux particulier distinct du corps de l'os. »

Des pièces que nous avons sous les yeux nous permettent de confirmer les faits observés par M. Gosselin.

Sur un embryon humain long de 10 centimètres, le condyle, encore en grande partie cartilagineux, montre son cartilage calcifié dans une grande étendue au delà de ce qui est ossifié, ou en voie d'ossification proprement dite, comparativement aux autres os du squelette.

Sur les parties ossifiées avoisinant la périphérie du condyle, sur des portions du cartilage entrant encore dans la constitution du condyle, calcifiées dans une étendue relativement considérable, on voit de nombreuses myéloplaxes. Celles-ci existent jusqu'entre l'os et le tissu cellulaire déjà bien délimité en couche périostique ; il y en a même entre ce périoste et la portion encore simplement calcifiée du condyle. Elles y forment par places une véritable couche de grands éléments multinucléés très nets, contigus ou non, sans trace de médullocelles. Quoi qu'il en soit, leur situation sous-périostique en quantité notable est encore mieux caractérisée ici qu'elle ne l'est sur les os de la voûte du crâne ; fait important à noter, quand on songe à la fréquence relative des tumeurs à myéloplaxes ayant leur point de départ dans les maxillaires.

Une couche fibreuse recouvrant tout le condyle constitue la surface articulaire même de celui-ci.

Sur un supplicié âgé de 22 ans, un revêtement fibreux semblable, à texture plus serrée que celle du périoste avec lequel il se continue, épais de 4 dixièmes de millimètre, constitue la surface articulaire. Quelques cellules semblables aux plus superficielles du cartilage sous-jacent se voient dans son épaisseur, près de la surface de glissement. Entre lui et l'os existe encore une couche cartilagineuse épaisse de 3 dixièmes de millimètre. Au contact du revêtement fibreux précédent dans ce cartilage d'une faible épaisseur, les chondroplastes et leurs cellules sont petits et aplatis, mais la substance fondamentale cartilagineuse interposée n'est pas colorée par le carmin comme l'est ici la couche fibreuse de glissement ou articulaire. Au-dessous les chondroplastes ne sont pas en séries comme ils le sont ordinairement sur les parties en voie d'ossification, mais ils sont

arrondis et leurs cellules incluses sont hyalines. Tout est ossifié jusqu'à la surface de contact de l'os avec ce cartilage, sans traînées de calcification entre les ostéoplastes, comme si l'ossification s'était arrêtée ici, à un même niveau. Toutefois cette surface de contact n'est pas tout à fait unie parce que du cartilage s'enfonce çà et là entre les trouées osseuses, bosselées, à angles rentrants, irrégulières. L'os est traversé par de gros capillaires tortueux, anastomosés dans des canaux qui vont se terminer en cul-de-sac arrondi jusqu'au contact même du cartilage, sans le traverser, ni le vasculariser comme cela est sur les os courts et sur les extrémités épiphysaires des os longs du fœtus.

A une époque plus rapprochée de l'âge adulte, tout le cartilage est ossifié, à l'exception de traces de la mince couche cartilagineuse sus-indiquée, à chondroplastes aplatis. Ce sont eux, sans doute, qui, enlevés avec le revêtement fibreux, ont pu faire croire à l'état fibro-cartilagineux de celui-ci, alors que c'est immédiatement au-dessous de lui qu'ils siègent, appartenant à l'os articulaire et non à son enveloppe purement fibreuse. Les vaisseaux s'arrêtent encore à quelques centièmes de millimètre de ce revêtement, sans l'atteindre.

Sur les adultes et les vieillards, tout le cartilage est ossifié dans le condyle. Nous n'avons pas vu qu'en avant il persistât du cartilage comme l'avance Henle.

Le revêtement purement fibreux, d'une épaisseur de deux dixièmes de millimètre en moyenne, repose directement sur la surface lisse de l'os. Adhérentes à celui-ci par contiguité immédiate, les fibres de ce revêtement lui sont parallèles et se relèvent à la périphérie de la surface articulaire pour se joindre à celles de la synoviale et de la capsule, unissant cet os au temporal. Rien de plus net, un peu au delà, que le contact immédiat et l'adhésion à l'os des fibres fasciculées du ligament latéral externe.

Le condyle est compacte sur une épaisseur de trois à cinq dixièmes de millimètre et au-dessous l'os est spongieux (formé d'alvéoles réguliers, larges d'un millimètre, pleins de moelle adipeuse), limité par des cloisons épaisses d'un dixième de millimètre, sans canaux de Havers.

La couche compacte extérieure est parcourue par quelques-

uns des fins canaux qui, sur la face périostique, conduisent des capillaires de l'os jusque dans cette enveloppe.

Au condyle, à la périphérie de la surface articulaire seulement, il y a un certain nombre de ces canaux qui donnent des capillaires au revêtement fibreux, après avoir traversé la couche compacte de l'os. Le revêtement fibreux reste sans vaisseaux dans une assez grande étendue de la portion médiane articulaire.

Du côté du temporal, l'os qui limite chez l'homme adulte la cavité glénoïde est très vasculaire; il est plus profondément pourvu d'alvéoles diploïques pleins de vésicules adipeuses avec des vaisseaux, sans médullocelles ni myéloplaxes.

Toute la surface articulaire du temporal adulte est recouverte d'une couche fibreuse, immédiatement adhérente à la surface lisse de l'os. Nulle trace de cartilage n'existe entre l'os et la couche fibreuse, ni dans son épaisseur.

Celle-ci est épaisse de quatre dixièmes de millimètre en moyenne. Les vaisseaux de l'os auquel elle adhère n'arrivent pas jusqu'à elle; ils en restent séparés par une couche osseuse, épaisse de quelques centièmes de millimètre. Cet os sans conduits vasculaires ne laisse pas arriver ici de capillaires jusqu'à son revêtement fibreux. Il en est de même pour les surfaces articulaires dont le revêtement est un cartilage; mais ici il y a entre l'os et le cartilage proprement dit une couche d'aspect éburné, épaisse de quelques centièmes à quelques dixièmes de millimètre, représentée par un *état permanent de calcification* homogène du cartilage articulaire contigu à l'os. Cette couche de calcification des os articulaires des membres et du tronc manque au condyle et à la cavité glénoïde du temporal. (*Voy.* Ch. Robin, art. Os du *Dict. encyclop.*)

Quant au ménisque inter-articulaire, relié particulièrement au périoste du condyle dès l'âge fœtal, il offre la structure fibreuse la mieux caractérisée.

Son tissu, un peu plus transparent, plus homogène, moins strié sur une épaisseur de quelques centièmes de millimètre, est parsemé à ses surfaces même, à l'inférieure particulièrement de quelques groupes de petites cellules cartilagineuses un peu aplaties. D'où ici un aspect fibro-cartilagineux assez net, mais sur une faible épaisseur seulement, sans trace d'un cartilage

comme celui qui existe vers la portion centrale du ménisque sterno-claviculaire.

Les coupes du ménisque, comme celles des revêtements fibreux n'y montrent de sections de capillaires que vers la périphérie; les vaisseaux manquent sur la plus grande étendue de la partie centrale moins épaisse.

Il n'y a de synoviale, en fait, dans ces articulations, qu'à la circonférence, dans la portion capsulaire de l'articulation. Cette membrane y présente la structure ordinaire, avec des replis frangés dans la partie supérieure de l'articulation temporo-maxillaire surtout. Elle est très vasculaire. Elle s'amincit, et sa trame hyaline, pauvre en fibres, disparaît peu à peu sur les ménisques et les revêtements fibreux ; ces organes restent lisses, simplement tapissés pas l'épithélium et dépourvus de vaisseaux dans la plus grande partie de leur étendue.

Ossification des cartilages trachéens. — Sur les oiseaux (gallinacés domestiques) chez lesquels l'ossification des anneaux de la trachée est normale, alors qu'elle est sénile ou pathologique sur l'homme, l'ostéogenèse reste au fond la même que celle des autres parties du squelette durant la période fœtale. Les différences sont curieuses, mais secondaires en fait, car le mode de production des *ostéoplastes* a finalement lieu par l'intermédiaire de la production des *ostéoblastes* qu'englobe la substance dure, homogène.

Ce sont des particularités semblables qu'on observe encore lors de l'ossification soit sénile, soit morbide des cartilages du larynx, des côtes et des enchondromes humains.

Les différences avec l'ossification squelettique fœtale portent spécialement sur la calcification dont l'état grenu et l'opacité sont moindres, qui acquiert de l'homogénéité sur une grande étendue et dure longtemps avant que se produisent les *ostéoblastes,* qui sont promptement englobés par la zone homogène proprement dite de substance dure presqu'aussitôt après leur apparition.

Dans l'homme, c'est un état finement grenu et sur une grande étendue de la partie centrale des anneaux de la trachée qu'on observe avant que le cartilage soit dur et paraisse ossifié, alors qu'il n'est encore que calcifié. Dans les enchondromes, cet état

granuleux de la substance fondamentale, autour des chondroplastes, est au contraire fréquemment dû à de grosses granulations irrégulières, brillantes.

Sur les Gallinacés, c'est aussi au centre des anneaux que débute la calcification. Souvent on trouve les anneaux durs comme de l'os, et la calcification est séparée de la surface périostique de 1 à 4 centièmes de millimètre seulement, par du cartilage à chondroplastes minces et allongés, sans qu'il y ait encore des *ostéoplastes*. Bien que le tissu calcaire soit homogène, que même la glycérine amène le dégagement de gaz dans les cavités qu'il circonscrit, la décalcification laisse voir des cellules cartilagineuses dans des chondroplastes arrondis, semblables à ceux des anneaux non envahis par un dépôt phosphatique.

Mais que la calcification occupe une grande ou une petite étendue de l'anneau trachéen, dès qu'elle touche un point du périoste et un capillaire de celui-ci, on saisit à la fois la présence d'*ostéoblastes* et de cellules radiées de l'os. Quand on rencontre un centre de calcification, gros ou petit par rapport au cartilage, que les capillaires pénètrent plus ou moins profondément, ces derniers occupent des alvéoles pleins de médullocelles presque toutes à l'état nucléaire ; ces alvéoles sont limités par une zone osseuse homogène plus ou moins mince pourvue d'ostéoplastes avec des canalicules radiés; une rangée, continue ou non, d'*ostéoblastes* existe entre cet os et la moelle ; une zone de simple calcification, homogène, à contours réguliers au lieu d'être sous forme de prolongement dans le cartilage comme dans les os du squelette, représente la limite de ce point d'ossification du côté du tissu cartilagineux.

Ici plus que dans tous les cas cités ailleurs la calcification a donné la consistance de l'os aux cartilages et un état homogène à la substance dure inter-cellulaire indépendamment de toute vascularisation. Mais dès que survient celle-ci, et alors seulement, naissent les *ostéoblastes*, puis s'accomplit leur inclusion par la substance dure, avec substitution aux cellules du cartilage qui ne disparaissent qu'à ce moment.

La ligne de démarcation entre les deux substances fondamentales, osseuse et cartilagineuse, est toujours très nette.

Conclusions générales. — Tous ces faits démontrent d'une

façon péremptoire que dans les cas précédents il ne saurait être question, à aucun titre, d'une ossification *directe* dite métaplastique *du cartilage*. Pour admettre cette dernière il serait de toute nécessité de constater nettement :

1° Un changement d'ordre morphologique, le passage de la cellule cartilagineuse à l'état de *cellule osseuse*, et celui du *chondroplaste* à l'état d'*ostéoplaste*, *cavité* ou *lacune radiée* des os ;

2° Une transformation chimique, celle de la substance fondamentale du *cartilage* en celle de la *substance osseuse dure.*

Or, l'examen des cas spéciaux sur lesquels s'appuient les partisans d'une *ossification directe du cartilage*, nous fait reconnaître qu'aucun d'eux ne peut satisfaire aux deux conditions, précitées, et qu'ils rentrent sans exception, dans les règles générales de l'ostéogénie, telles qu'elles ont été posées d'abord par H. Müller et Gegenbaur.

Que l'on s'adresse à l'*ostéogénie libre* (os non précédés d'un cartilage de même forme) ou à l'*ostéogénie enchondrale*, le mécanisme fondamental est toujours le même : apparition d'éléments spéciaux, les *ostéoblastes*, autour desquels se produit la matière dure, homogène, résistante qui les enveloppe de toutes parts, et au sein de laquelle ils ne tardent pas à prendre l'aspect et les réactions caractéristiques, au contact de la glycérine, des cellules de l'os adulte.

Seulement et c'est là, ce qui paraît avoir induit en erreur les observateurs qui nous ont précédés, les cellules ne revêtent pas toujours immédiatement leur *forme radiée* définitive, et la substance fondamentale elle-même ne présente pas d'emblée les caractères qu'elle a lorsque l'ossification est complètement achevée : elle ne les acquiert que progressivement ; de là l'existence de zones de transition plus ou moins étendues au niveau de la ligne d'ossification.

Pour se rendre un compte exact des faits de cet ordre il faut envisager séparément l'*ostéogénie libre* et l'*ostéogénie enchondrale* :

A. Dans le développement de la voûte du crâne par exemple, on a noté depuis longtemps ce fait, que la partie superficielle des travées osseuses, celle qui vient d'être formée au contact des *ostéoblastes*, offre, sur une épaisseur de quelques millièmes ou centièmes de millimètre, un aspect strié particu-

lier, et qu'elle se teinte en rose par le carmin, comme le *tissu préosseux* des Ruminants, ce que ne fait pas le cartilage; cette zone marginale *préosseuse* s'épaissit par places, de manière à englober deux ou trois rangées d'ostéoblastes au lieu d'une seulement.

C'est là une disposition qui représente en quelque sorte le rudiment de celle qui existe au sommet de l'axe osseux des cornes épidermiques et de l'extrémité du *bois* des Cervidés; seulement au lieu d'avoir une épaisseur très faible, la substance préosseuse s'étend là sur une longueur d'un centimètre.

B. Dans l'ossification enchondrale, on observe des différences notables quant à l'étendue des zones de calcification (zone granuleuse et zone hyaline) et à la multiplication des cellules du cartilage, suivant les points du squelette que l'on examine. Sur les anneaux de la trachée des oiseaux, il se produit une calcification (infiltration calcaire de quelques auteurs) d'abord grenue, puis hyaline, portant sur toute la masse de l'anneau; ce n'est que tardivement en quelque sorte qu'on voit les vaisseaux pénétrer dans ce tissu, et l'os se former suivant le mode habituel. Les extrémités de la clavicule chez l'homme, sont également calcifiées tout d'abord sur une assez grande étendue, ainsi que le condyle du maxillaire inférieur avant que survienne leur arrivée à l'*état de substance osseuse dure* homogène avec englobement et inclusion des *ostéoblastes*. Sur ces organes enfin, durant l'ossification, ce sont les réactions et la composition du cartilage et non celles du tissu préosseux qu'on observe.

Des différences moins accusées existent à cet égard sur la plupart des os : l'on en remarque également d'autres ayant trait soit à la multiplication plus ou moins considérable des cellules du cartilage et à leur disposition en rangées parallèles, soit aux variations que présente la résorption dite modelante de l'os quant à son début tantôt précoce, tantôt tardif, et quant à son degré d'activité (1).

En résumé, tous ces cas particuliers, regardés à tort comme des exceptions, ne représentent que des variantes plus ou moins

(1) On pourrait ainsi dresser une échelle des diverses pièces du squelette, suivant leur mode individuel d'ossification, mais il faudrait pour cela les préparer toutes sur un même sujet, attendu qu'il faudrait tenir compte des changements qui peuvent se produire à cet égard sur le même os considéré à divers stades de développement.

accentuées du mécanisme aujourd'hui bien connu de l'ostéogenèse, quant à l'étendue de la calcification et au temps pendant lequel elle persiste avant que survienne l'*ossification* (p. 597, 2°). Elles s'écartent plus ou moins du type le plus répandu, et ces dissemblances semblent marcher de pair avec la rapidité de l'accroissement.

C'est ainsi que dans le *bois* des Cervidés, où il se produit en peu de temps une grande quantité de tissu osseux, le dépôt des sels calcaires ne semble pas pouvoir se faire aussi vite qu'a lieu la production des substances albuminoïdes (osséine) qui entrent dans la composition de l'os.

SUR LES

NERFS DES VOIES BILIAIRES

EXTRA-HÉPATIQUES

Par le Dr G. VARIOT

Préparateur des travaux d'histologie,
Chef de clinique adjoint de la Faculté de Médecine.

(PLANCHES XXX et XXXI.)

Les recherches sur la distribution et la terminaison des nerfs dans le foie et dans les voies biliaires ne sont pas nombreuses. En France nos livres classiques d'anatomie, ceux de M. le professeur Sappey, d'Hirschfeld contiennent des renseignements très précis sur la répartition de filets nerveux jusqu'au point où ils peuvent être suivis par la dissection.

Le plexus hépatique (1) est composé de plusieurs ramuscules qui accompagnent l'artère hépatique en l'entourant de leurs anastomoses; de ce plexus se détachent des branches qui suivent l'artère pylorique, l'artère cystique, les branches de la veine porte, etc. « Parvenus dans les parois de la vésicule, ces filets cheminent pour la plupart isolément, dans l'épaisseur de la tunique cellulo-musculaire, et se perdent par leurs dernières divisions dans la tunique muqueuse » (2).

Telles sont les données courantes sur les ramifications ultimes des nerfs dans la vésicule biliaire et dans les gros conduits excréteurs. Cependant deux considérations auraient dû faire soupçonner que le mode de terminaison des nerfs dans les voies biliaires extra-hépatiques était plus complexes; en premier lieu la présence d'une quantité notable de fibres musculaires lisses dans leur épaisseur, en second lieu une certaine analogie de structure entre les grosses voies biliaires et l'in-

(1) Sappey. T. III, p. 548. (*Anatomie descriptive.*)
(2) Sappey. T.IV , p. 359. (*Loc. cit.*)

testin, analogie qui trouve son explication naturelle dans les phénomènes du développement embryonnaire de ces parties, tels qu'ils sont décrits par Remak.

En Allemagne d'importants travaux ont été publiés sur le sujet qui nous occupe. Je ne citerai que pour mémoire l'opinion de Pflüger qui admet une connexion directe des terminaisons nerveuses avec les cellules hépatiques; cette vue hypothétique est contredite par la plupart des observateurs, qui n'ont pu suivre les tubes nerveux au delà des parois des capillaires sanguins, qu'ils côtoient.

Pour ce qui concerne spécialement les nerfs des voies biliaires extra-hépatiques, sur lesquelles ont porté nos recherches, il est de notre devoir de signaler un mémoire remarquable de Leo Gerlach, dont nous n'avons eu conaissance qu'au moment de la rédaction de cette note (1). Les faits énoncés par cet auteur nous ont paru très exacts, mais sa description est incomplète, notamment pour la partie terminale du canal cholédoque et les parois de l'ampoule de Vater.

Il nous paraît indispensable avant d'exposer la distribution des nerfs dans les voies biliaires, de rappeler brièvement la structure de ces dernières, en nous appuyant surtout sur des préparations personnelles faites sur l'homme, l'enfant, le chien, le lapin, le cobaye, etc., et en insistant sur les détails qui sont encore un objet de discussion pour les auteurs.

Le type structural de la vésicule biliaire, des canaux cystique et cholédoque, que nous avons surtout en vue, est à peu près le même. Ces parties sont constituées par une couche muqueuse continue avec la muqueuse intestinale au niveau de l'ampoule de Vater; cette couche muqueuse elle-même est enveloppée par une tunique conjonctivo-musculaire, dans laquelle l'élément musculaire entre dans des proportions variables, suivant la portion que l'on considère, et surtout suivant l'animal que l'on étudie. Chez l'homme, tous les anatomistes sont d'accord pour admettre que la muqueuse de la vésicule est doublée de faisceaux minces, plexiformes de fibres musculaires lisses, dont les intervalles sont comblés par du tissu lamineux.

Pour le canal cholédoque, il reste encore quelques points en

(1) Ueber die Nerven der Gallenblase, par le Dr Leo Cerlach Gentralblatt, 1873, t. XXXVI.

litige que nous devons indiquer. Une couche musculaire *continue*, doublant la muqueuse, acceptée communément pour les besoins de la physiologie et de la pathologie, est rejetée par certains observateurs, qui n'ont rencontré que quelques faisceaux de fibres lisses disséminées.

Nous avons examiné, à ce point de vue, quatre pièces, deux recueillies sur des adultes et deux sur des enfants de 6 à 8 mois. Des coupes longitudinales du cholédoque d'une femme de 35 ans pratiquées à son origine, puis dans sa portion pancréatique ne nous ont permis de voir que des faisceaux musculaires *longitudinaux* d'une certaine épaisseur, mais non continus; nous n'avons pas retrouvé ces faisceaux sur notre seconde pièce chez l'adulte, non plus que des faisceaux circulaires. D'autres coupes d'ensemble faites sur le pédicule du foie d'enfants de 6 à 8 mois nous ont présenté un certain nombre de fibres cellules dont les noyaux devenaient très apparents après coloration par le vert de méthyle; mais, ainsi que nous le figurons, c'est à une certaine distance des conduits que ces fibres sont agglomérées en faisceaux. Cette disposition n'est pas exactement concordante avec celle qu'ont signalée MM. Mossé et Hippolyte Martin (1) qui auraient constaté chez les enfants une tunique musculaire circulaire continue et assez épaisse.

Chez le cobaye et surtout le chien, comme nous avons pu nous en assurer sur nos préparations, la couche musculaire du cholédoque offre un développement beaucoup plus considérable. Chez le chien, on voit très facilement deux plans superposés de fibres lisses qui, très épais au voisinage de l'ampoule de Vater vont s'amincissant graduellement, tout en restant distincts, à mesure qu'on remonte vers la vésicule. Entre ces plans musculaires, est interposé un appareil nerveux analogue à celui de l'intestin, appareil que nous décrirons plus loin.

Nous n'avons rien à ajouter aux descriptions classiques de la muqueuse qui tapisse la vésicule.

Pour la muqueuse du cholédoque et du canal cystique on nous permettra de rappeler quelques détails de structure sur lesquels les anatomistes sont peu explicites.

En se reportant à la planche sur laquelle nous avons figuré une

(1) Voir Mossé. Thèse d'agrégation, 1880.

vue d'ensemble du pédicule du foie d'un enfant coupé perpendiculairement (la veine porte exceptée cependant), on peut remarquer qu'il n'existe aucune ligne de démarcation entre le chorion de la muqueuse et le tissu fibreux constituant la paroi extérieure du canal. Cette dernière qui est pauvre en fibres lisses, contient des vaisseaux nombreux, volumineux, dont les arborisations vont se répandre jusqu'au voisinage de la couche épithéliale. Cette vascularisation remarquable est plus développée encore dans la paroi du conduit cystique.

Tout à fait en dehors des deux canaux apparaît un faisceau de fibres cellules, dernière émanation de celles de la vésicule.

Sur la coupe perpendiculaire, les plis de la muqueuse se montrent comme des saillies villeuses, limitant des dépressions, des cryptes plus ou moins profondes. L'épithélium tapissant ces parties, composé de cellules prismatiques allongées, est très caduc ; même sur les pièces recueillies dans de bonnes conditions, il se détache facilement des parties sous-jacentes.

Sur les deux cholédoques d'adultes, provenant de cadavres et autopsiés 24 à 36 heures après la mort, la surface de la muqueuse est à peu près dépourvue de l'épithélium de revêtement ; on en rencontre cependant quelques débris au fond des dépressions. Indépendamment de ces dépressions folliculaires, il existe quelques glandules en grappes, interposées aux faisceaux de tissu fibreux. Les cellules épithéliales de ces acini sont petites, cubiques et infiltrées de pigment biliaire.

Rappelons enfin que chez l'homme adulte, le derme de la muqueuse du cholédoque renferme un grand nombre de fibres élastiques fines, qui, en l'absence de fibres lisses, dont les rares faisceaux sont tout à fait extérieurs, peuvent avoir un rôle effectif dans l'occlusion de ce canal (1).

Nous avons observé chez le chien, sur des coupes longitudinales portant sur l'ampoule de Vater et le cholédoque, le mode suivant lequel s'opère la transition entre la muqueuse intestinale et la muqueuse biliaire. Le tissu conjonctif sous-muqueux et *la muscularis mucosæ* se soulevant, forment une sorte d'éperon tourné vers la cavité intestinale, qui sépare d'une part le bourrelet glandulaire de l'intestin, d'autre part une substance

(1) Voir Robin, article Muqueuse (*Dict. Encyclopédique des sciences médicales*).

alvéolaire creusée de lacunes tapissées par un épithélium prismatique, semblable à celui du reste du cholédoque. La différenciation des deux muqueuses, a lieu brusquement au-dessus de l'éperon; jusqu'à son extrémité, les glandes tubulées intestinales offrent leur structure habituelle. Au-dessous de l'éperon, on voit des alvéoles nombreux, assez analogues, comme disposition à ceux du renflement du canal déférent. Le derme de la muqueuse lui-même en s'éloignant de l'ampoule est hérissé de grosses saillies, contient de nombreuses glandules en grappe peu profondes, et est séparé des deux plans musculaires sous-jacents, par une couche assez épaisse de tissu conjonctif et quelques faisceaux disséminés de fibres lisses.

En résumé les voies biliaires extra-hépatiques présentent, avec d'importantes modifications, une structure analogue à celle de l'intestin grêle, dont elles forment en quelque sorte un diverticule : c'est-à-dire une tunique muqueuse doublée d'une tunique musculaire. Voyons comment les nerfs s'y distribuent et s'y terminent.

Les nerfs émanant du plexus solaire et destinés aux voies biliaires et au foie sont nombreux et se groupent circulairement autour de l'artère hépatique. Ils réapparaissent, sur une coupe d'ensemble du pédicule hépatique, portant un peu au-dessus du point d'abouchement des conduits cystique et cholédoque comme formant une ceinture, ayant l'artère hépatique pour centre (1). Les filets nerveux, placés dans l'atmosphère cellulaire qui entoure la veine porte, sont plus rares. Tous ces nerfs sont en grande partie constitués par des fibres de Remak, on parvient cependant, à l'aide de l'acide osmique, à y déceler quelques rares tubes à myéline.

Sur cette pièce, il est facile de se faire une idée très nette des rapports topographiques du plexus nerveux hépatique et des canaux biliaires. On conçoit que la distension de ces conduits par un calcul, ou par tout autre corps étranger volumineux. uisse produire en même temps un tiraillement ou une compression des rameaux nerveux les plus rapprochés. Il convient de faire une part à ces faits, dont l'interprétation des phénomènes douloureux de la colique hépatique.

(1) Voir pl. I.

Pour apercevoir le mode de distribution des ramuscules nerveux destinés à la vésicule biliaire et au cholédoque les deux procédés suivants nous ont réussi :

1° L'imprégnation au chlorure d'or de la vésicule du cobaye suivant les procédés ordinaires.

Il suffit lorsque le sel d'or est réduit, d'exciser un petit lambeau, de le délacérer légèrement avec les aiguilles, pour obtenir une préparation montrant très clairement les plexus que nous allons décrire; le même procédé est applicable pour le cholédoque, préalablement incisé et étalé sur un liège.

2° Des coupes faites sur la partie terminale du cholédoque du chien, comprenant l'ampoule de Vater et la portion contiguë de l'intestin après séjour de plusieurs jours dans le liquide de Müller, nous ont permis de voir la continuation du plexus d'Auërbach entre les deux couches musculaires, et un collier de petits ganglions sous-muqueux au point de jonction de la muqueuses biliaire et de la muqueuse intestinale.

Sur les préparations au chlorure d'or, on remarque dans la vésicule, les mailles assez larges d'un plexus nerveux, qui semble entremêlé aux fibres musculaires. Aux points d'intersection des rameaux qui circonscrivent ces mailles, se trouvent des amas de cellules ganglionnaires, en nombre variable.

La plupart des fibres nerveuses entrant dans la constitution de ce plexus sont des fibres de Remak; mais il n'est pas douteux qu'il y ait aussi quelques tubes à myéline, offrant de distance en distance leurs étranglements habituels. Ces tubes sont très apparents dons notre reproduction photographique à laquelle, à défaut de mérite artistique, on ne refusera pas celui de l'exactitude. La présence de ces tubes à myéline ne permet pas d'assimiler absolument ce plexus à celui d'Auërbach, dans lequel il n'existe que des fibres pâles (1).

Le mode de groupement et d'agencement des cellules nerveuses, formant les ganglions, est analogue à celui décrit par les auteurs, dans les organes munis de fibres musculaires de la vie organique, plus spécialement dans l'intestin et la vessie. Tantôt les cellules sont comme enclavées dans la continuité d'un rameau nerveux, entre les tubes qu'elles écartent. Le plus géné-

(1) Ranvier. *Leçons d'Anatomie générale*, p. 483, 1880.

ralement, elles sont placées au points d'intersection des mailles, dans les nœuds du plexus autrement dit. Dans notre figure, on peut distinguer un petit ganglion composé de trois cellules, entouré par les fibres nerveuses, et tout auprès, un amas d'une douzaine de cellules, la plupart placées en dehors des fibres nerveuses.

Il est difficile de fixer d'une manière très exacte du moins à l'aide de nos préparations chlorurées, les connexions des cellules ganglionnaires avec les tubes qui les cotoient ; le dépôt d'or est trop opaque pour que l'on distingue ces détails délicats. Cependant en certains points, on voit vaguement un noyau à l'intérieur des cellules et des prolongements à l'extrémité de quelques-uns de ces éléments qui sont piriformes et appendus comme des grains de raisin, en dehors du nœud du plexus.

Leo Gerlach signale deux plexus superposés, l'un primaire sous-séreux, l'autre secondaire intra-musculaire composé de fibres nerveuses plus fines qui auraient aussi des ganglions annexés au niveau de leur division. Nous n'avons pas retrouvé cette disposition.

La disposition que nous avons constatée se rapproche plutôt de celle qu'on retrouve dans le plexus myentérique du lapin (1). Nous avons remarqué en effet, dans certains points, qu'entre les larges mailles pourvues de nœuds ganglionnaires, il existait des ramuscules constitués par des fibres très fines anastomosées en tous sens, mais sans cellules à leurs points d'intersection. De même que dans le plexus d'Auërbach, nous aurions là aussi un plexus fondamental et un plexus intermédiaire.

Dans le cholédoque du cobaye les plexus pourvus de ganglions présentent à peu près le même agencement.

Quant aux terminaisons *ultimes* des fibres nerveuses, dans la couche musculaire où ailleurs, nous devons avouer que à cet égard, nos préparations ne nous ont fourni aucun renseignement.

Les imprégnations au chlorure d'or du cholédoque du chien ne nous ont pas donné, à beaucoup près, des résultats aussi concluants que sur le cobaye. En outre, l'épaisseur et la résistance de ce conduit, en rendent l'examen difficile. Nous avons cependant distingué deux ou trois ganglions volumineux dans une

(1) Voir Ranvier. Loc. cit. p. 483.

dissociation de la paroi externe, mais non les plexus nerveux qui devaient les unir.

Nous avons suivi également chez le chien quelques filets nerveux formés de fibres de Remak, côtoyant les branches de bifurcation du canal hépatique, avant leur pénétration dans le parenchyme hépatique, les cellules nerveuses soit isolées, soit agglomérées en amas, nous ont semblé faire entièrement défaut à ce niveau.

C'est surtout à l'aide de coupes longitudinales, faites sur des pièces macérées dans la liqueur de Muller, intéressant à la fois l'ampoule de Vater et la partie voisine du cholédoque, dans une étendue de deux à trois centimètres, que nous avons pu observer le mode de répartition des ganglions.

Les deux couches de fibres lisses enveloppant le cholédoque sont une émanation de celles de l'intestin, avec lesquelles elles sont en continuité directe. Entre ces deux lames musculaires, se trouve une chaîne de petits ganglions, séparés par de courts intervalles, les plus volumineux sont placés auprès de l'orifice du canal, ils vont en décroissant et en s'écartant à mesure qu'on remonte vers la vésicule, et que les tuniques musculaires s'amincissent.

Nous avons figuré (1) un des ganglions inter-musculaires les plus volumineux, situés auprès de l'ampoule. Les cellules nerveuses offrent, la plupart, une forme pyramidale sur la coupe; quelques-unes montrent un gros noyau et un nucléole très apparents, elles sont plongées dans une substance granuleuse, se colorant fortement par le carmin; cette substance de nature indéterminée, constitue une zone étendue, de laquelle se détachent de minces tractus qui pénètrent entre les muscles lisses. Dans les amas ganglionnaires plus éloignés de l'intestin on ne compte plus que deux ou trois cellules nerveuses ou même une seule.

Nous avons recherché avec le plus grand soin, si nous retrouverions dans la couche cellulaire sous-jacente à la muqueuse biliaire, des plexus ganglionnaires, qui seraient les analogues de ceux de Meisner dans l'intestin, nous n'avons rien constaté de pareil.

Par contre, à la base de l'éperon conjonctivo-musculaire, qui

(1) Voir f. 3.

établit la limite des muqueuses intestinale et biliaire, il existe des amas ganglionnaires nombreux, très apparents et qui doivent former autour de l'ampoule de Vater une sorte de collier. Il n'est pas une de nos préparations, sur laquelle on n'aperçoive au moins deux ou trois de ces ganglions allongés, contenant de 10 à 20 cellules nerveuses pressées les unes contre les autres. Bien qu'on ne puisse pas suivre les fibres nerveuses qui doivent en partie, leurs éléments constituants examinés à un fort grossissement, sont tout à fait caracteristiques. La forme de ces cellules nerveuses est arrondie ou irrégulièrement polyédrique, leur gros noyau central avec le nucléole, sont très distincts dans le protoplasme granuleux.

Nous devons nous demander quelle est la signification et le rôle physiologique probable que l'on doit attribuer à ces plexus ganglionnaires, sur-ajoutés aux filets nerveux, avant leur terminaison ultime dans les voies biliaires, et dans quelle mesure ces données anatomiques et physiologiques sont applicables à l'homme.

L'adjonction de ganglions, aux nerfs qui vont se terminer dans les couches extérieures de la vésicule et du cholédoque, est évidemment en rapport avec la présence des fibres musculaires lisses dans ces organes. Cette disposition des réseaux nerveux signalés d'abord par Auërbach entre les deux lames de l'intestin, se vérifie partout où l'on rencontre des fibres lisses. Les animaux, dont les voies biliaires sont pourvues d'une musculature plus forte, doivent offrir des plexus nerveux plus développés et des ganglions plus abondants. C'est ce qu'il nous a été donné d'observer chez le cobaye, le chien et le lapin.

Ces conclusions sont applicables à l'homme, nous pouvons l'affirmer *à priori* (1), mais comme les faisceaux musculaires dans la vésicule et surtout dans le cholédoque, n'existent qu'en faible proportion, les plexus nerveux qui leur sont annexés doivent être également fort réduits.

D'une façon générale les appareils nerveux et musculaires des voies biliaires, peuvent être considérés comme une atténuation de ceux de l'intestin.

(1) La difficulté de nous procurer des pièces absolument fraîches à peu près indispensables pour cette étude délicate, ne nous a pas permis de faire sur l'homme une vérification directe de ces faits.

Les ganglions nerveux assez abondants, situés dans l'éperon même de l'ampoule de Vater, et appartenant au plexus sous-muqueux découvert par Remak et Meissner, doivent émettre des fibres destinées aux fibres lisses de la muqueuse et d'autres probablement sensitives, qui vont se terminer à la surface libre (1).

Ne peut-on pas admettre une solidarité physiologique entre tout ce système ganglionnaire, depuis l'orifice du cholédoque jusqu'au fond de la vésicule, solidarité qui permettrait d'interpréter facilement certains phénomènes de l'excrétion de la bile?

MM. Leuret et Lasseigne après avoir appliqué du vinaigre sur l'orifice des conduits biliaire et pancréatique d'un chien remarquèrent que la bile coulait avec plus d'abondance pendant quelques minutes. Anel, antérieurement, avait vu de la bile s'écouler par la plaie, dans un cas où l'on administrait à un individu atteint d'anus contre nature, une boisson mêlée de vin du Rhin (2).

L'impression des excitants sur les filets nerveux émanant des ganglions avoisinant l'orifice de l'ampoule, est-elle réfléchie par l'intermédiaire de la moelle sur les ganglions de la vésicule, pour provoquer les contractions qui expulsent la bile?

Ou bien plutôt, comme nous le disions, grâce à une solidarité anatomique et physiologique de tout le système nerveux ganglionnaire des voies biliaires, l'arc du réflexe entier ne se passe-t-il pas dans ces divers plexus nerveux?

La physiologie seule peut éclaircir ce point et établir si l'appareil nerveux biliaire jouit d'une certaine autonomie, comme on peut légitimement le supposer.

EXPLICA ION DES FIGURES.

Planche I.

Fig. 1. — Coupe d'ensemble portant sur le pédicule du foie d'un enfant nouveau-né, la veine-porte exceptée. (Ocul. 1 obj. 1, Nachel.)

1. Artère hépatique.
2. Conduit cystique.
3. Canal cholédoque.

(1) Voir Frey. P. 563. Histologie.
(2) Voir Béraud. *Éléments de physiologie*, t. I, p. 326.

44' Rameaux nerveux formant une ceinture, sur la coupe, autour de l'artère hépatique.

55' Vaisseaux sanguins distendus par des globules rouges.

6. Faisceau de fibres musculaires lisses.

Fig. 2. — Ganglion nerveux contenu dans l'épaisseur de l'éperon limitant l'ampoule de Vater d'un chien. (Obj. 8 à immersion Verick, Ocul 1.)

1. Fibres musculaires lisses.
2. Capillaire sanguin.
3. Cellules nerveuses agglomérées, montrant leur noyau et leur nucléole très apparents.

Fig. 3. — Ganglion nerveux interposé entre les deux couches musculaires d'un cholédoque d'un chien adulte. (Ocul. 1, obj. 2 Verick, tube tiré.)

11' Couches longitudinale et circulaire de fibres lisses.

2. Cellules nerveuses pyramidales plongées dans une matière amorphe abondante 3.

Planche II.

Les deux dessins contenus dans cette planche ont été exécutés par M. Mercier et reproduisent exactement les photographies microscopiques, faites par M. le Dr Damaschino, sur mes préparations dans son laboratoire de l'hôpital Laënnec.

Fig. 1. — Photographie avec l'obj. Verick.

11' Fibres musculaires très écartées par la dissociation

2 2' 2'' Ganglions nerveux placés à l'intersection des mailles formées par les tractus nerveux.

3. Tractus nerveux unissant les ganglions.

Fig. II. — Photographie obtenue avec l'obj. de Verick, chambre noire de 50c environ.

1 1' Cellules nerveuses fortement teintées par le chlorure d'or; on ne distingue que difficilement les détails de structure, noyau, etc. — Quelques cellules sont pédiculées.

2. Tube à myéline se détachant sur les fibres pâles.
3. Fibres de Remak constituant en majeure partie ces tractus nerveux.

RECHERCHES

SUR LE

LARYNX ET LA TRACHÉE DES BALÆNIDES

PAR

MM. H. BEAUREGARD et R. BOULART

(PLANCHES XXXII, XXXIII ET XXXIV.)

Depuis longtemps déjà les particularités qui distinguent le larynx des Balænides ont attiré l'attention des naturalistes qui se sont occupés de ces curieux animaux. Le grand développement de l'épiglotte et des replis aryteno-épiglottiques aussi bien que la remarquable puissance des cartilages laryngiens sont des faits devenus classiques. On sait aussi que les cartilages en même nombre que chez l'homme et les autres mammifères consistent en un thyroïde, deux aryténoïdes et un cricoïde. Enfin on a signalé un sac laryngé sorte de cæcum plus ou moins développé, très réduit même chez quelques espèces; ce sac à parois musculaires épaisses, qui siège à la face ventrale du larynx, passe au-dessus du plastron du cartilage thyroïde et s'allonge dans la gouttière formée par le cricoïde.

Ces notions précises résultent des recherches d'anatomistes nombreux mais qui, par un concours de circonstances assez singulier, n'ont décrit le larynx que chez un petit nombre d'espèces de Balænides. En parcourant, en effet, la longue liste des mémoires publiés sur ces gigantesques Mammifères, on trouve rarement une description du larynx; ce fait s'explique aisément par les difficultés que présente la dissection sur place de pareils animaux et par l'attention beaucoup plus grande qui a toujours été accordée aux pièces du squelette.

En somme, après les recherches les plus minutieuses, nous n'avons trouvé que quatre espèces de Balænides dont le larynx ait été décrit. Ce sont les Balænoptera rostrata, Balænoptera

Sibbaldii, Balæna Mysticetus et Mégaptera Boops. Nous trouvons d'ailleurs plusieurs descriptions de chacune de ces espèces.

C'est ainsi que le larynx de la Balænoptera rostrata a été successivement étudié par Hunter (6), Sandifort, Eschricht (4), et plus récemment par Carte et Macalister (3).

Les planches de Sandifort (11), ont été souvent citées et représentent le larynx d'un individu adulte; les descriptions d'Eschricht ont trait au contraire au larynx d'un fœtus et sont accompagnées de figures schématiques; Carte et Macalister enfin, en ont donné une étude bien complète accompagnée de nombreuses figures.

Pour la Balænoptera Sibbaldii, nous trouvons dans le mémoire de Turner (11), une bonne description du larynx avec figures explicatives, et une reproduction photographique peu instructive dans le mémoire de Malm (7).

D'autre part, Sandifort a décrit le larynx d'une jeune Balæna mysticetus, et depuis Eschricht et Reinhardt (5) ont étudié celui d'un individu de la même espèce et l'ont représenté dans une très belle planche.

Sur le larynx de la Megaptera Boops, nous trouvons quelques mots seulement dans le mémoire d'Eschricht où il assimile cet organe à celui de la Balænoptera rostrata, abstraction faite des proportions plus grandes et des formes plus lourdes.

Les travaux que nous venons de mentionner suffisent bien à faire connaître les caractères d'organisation du larynx des Cétacés à fanons, caractères que nous avons rapidement résumés plus haut. Ils montrent en particulier qu'entre les deux genres Balæna et Balænoptera il existe de grandes différences dans la forme des cartilages et dans le développement du sac laryngé qui disparaît presque complètement chez la Baleine du Groënland, en même temps que la trachée n'offre qu'une simple bifurcation au lieu de la division en trois branches, qu'on observe chez les Balænoptères.

Or, entre les diverses espèces de Balænoptères, il existe également des différences assez sensibles dans la structure du larynx et ceci concorde avec une observation que nous avons faite ailleurs à propos des organes génito-urinaires (même journal numéro mars-avril 1882), à savoir qu'on peut s'étonner de trouver les caractères anatomiques des organes internes, aussi

tranchés chez des animaux qui présentent extérieurement des différences relativement peu apparentes.

Pour toutes les raisons que nous venons d'exposer, nous ne croyons donc pas inutile de décrire le larynx de deux espèces qui ne figurent pas parmi les pièces étudiées jusqu'à ce jour. Nous voulons parler, d'une part, du larynx de la *Balænoptera musculus* et d'autre part de celui de la Balæna Antipodum. Le Dr Murie (8) a donné quelques dimensions relativement au larynx du premier de ces animaux d'après un individu de 60 pieds capturé près Gravesend, mais il n'a pu le décrire et Van Beneden (1) qui a publié récemment une figure du sac laryngé chez la même espèce, ne donne point la description de cette poche, non plus que celle des cartilages du larynx, qu'il figure d'une manière tout à fait sommaire.

Nous accompagnerons les descriptions que nous allons faire du larynx des deux individus ci-dessus désignés, de quelques détails sur celui d'une jeune Balænoptera Sibbaldii. Les pièces qui font le sujet de ce mémoire, sont les suivantes :

1° Le larynx d'une Balænoptera musculus adulte, femelle, mesurant 12 mètres de longueur, trouvée flottant à la surface des eaux dans le raz de Seins en août 1881. (Numéro du catalogue du laboratoire d'Anatomie comparée, 1881-1136.) Cette pièce a été recueillie par MM. H. Gervais et Boulart.

2° Le larynx d'un fœtus de Balænoptera Sibbaldii long de 3m60 adressé de Vadsö au Muséum de Paris, par M. Fojn et inscrit au Catalogue du laboratoire sous le numéro 1880-1606.

3° Le larynx d'une Balæna Antipodum (Van Beneden). Cette pièce provient de la tête de fœtus figurée en même temps qu'une tête de fœtus de Balæna Mysticetus dans l'Ostéographie des Cétacés (Van Beneden et P. Gervais, p. 89), lab. A. C. 1881-1208. Cette tête mesurait 55 cent. de longueur.

Ces recherche sont été faites au laboratoire du Muséum. Nous adressons tous nos remerciements à notre maître M. le professeur G. Pouchet qui a bien voulu nous confier ces intéressants sujets d'étude.

A. — Balænoptera musculus.

Larynx (Pl. XXXIII). — Le larynx que nous allons décrire, provient d'un individu long de 12 mètres, jeune encore par conséquent.

Cet organe est remarquable au premier abord par ses formes massives et le grand développement relatif de son diamètre transversal. Tandis, en effet, que sa longueur totale prise du bord antérieur du cartilage thyroïde à l'extrémité postérieure du bord inférieur du cricoïde est de 0m40 dans sa plus grande largeur prise au niveau du sommet de la courbe des cornes postérieures du thyroïde, il mesure 0m30.

On trouvera dans les mémoires déjà cités sur le larynx des Balænoptera rostrata et Sibbaldii, des descriptions complètes des muscles du larynx chez ces espèces. Dans l'impossibilité où nous nous trouvons, vu l'état de la pièce que nous possédons, de faire une semblable étude, nous renvoyons à ces mémoires et nous nous bornerons à décrire le squelette de l'organe.

a. *Cartilage thyroïde* (fig. 7). — Le cartilage thyroïde beaucoup plus large que long, contribue pour une grande part à donner au larynx l'aspect massif que nous signalons plus haut. Nous lui considérerons une face inférieure (ventrale), une face supérieure (dorsale), deux angles antérieurs, deux angles postérieurs et quatre bords.

La face ventrale plane, se recourbe légèrement en haut sur les côtés du larynx. D'épaisseur à peu près égale dans toute son étendue, elle est relevée seulement d'une crête qui de chaque côté part de l'angle antérieur correspondant et se dirige obliquement d'avant en arrière et de dehors en dedans, en s'atténuant peu à peu pour disparaître avant d'avoir atteint le bord postérieur. Cette crête, mousse, est assez épaisse à son point de départ, mais s'abaisse très rapidement et modifie fort peu la face ventrale du cartilage.

Le diamètre transversal de cette face est de 0m26. Son diamètre antéro-postérieur, du fond de l'échancrure médiane du bord postérieur au milieu du bord antérieur égale 0m26.

La face supérieure du thyroïde est plane dans presque toute son étendue, sauf sur ses côtés où elle présente une légère concavité correspondant à la courbure des bords du cartilage.

Le bord antérieur, à peu près droit ou à peine concave, mesure 0m20 d'un angle à l'autre. En dehors de chacun de ces angles, le bord se prolonge sur les côtés du larynx sur une longueur de 4 cent. environ. La longueur totale du bord doit donc être considérée comme égale à 0m28.

Le bord postérieur très différend du précédent, est fort irrégulier. Il présente en effet de chaque côté une courbe très accentuée à concavité postérieure qui détermine deux vastes échancrures dans le plastron du cartilage. Une lame cartilagineuse qui prolonge en arrière le cartilage thyroïde, sépare ces deux grandes échancrures; cette lame est divisée elle-même en deux languettes par une profonde scissure large de $0^{m}3$ environ, qui répond exactement au milieu du bord postérieur du thyroïde, Les deux languettes (fig. 7) ainsi délimitées ont une forme triangulaire; leur base qui se confond avec le corps du cartilage, mesure environ $0^{m}054$ de large, leur sommet libre, n'a guère plus de $0^{m}01$ dans le même sens. Leur hauteur est de $0^{m}08$ Elles sont minces, aplaties et s'appuient directement sur le sac laryngé.

Les angles antérieurs sont obtus et convexes; saillants sur le bord antérieur du thyroïde, ils en représentent les cornes antérieures rudimentaires.

Les angles postérieurs se prolongent en arrière en deux longues cornes épaisses et fortement arquées, à concavité interne. La courbe qu'elles décrivent est assez prononcée. Elles se portent en s'atténuant peu à peu, vers la face supérieure du cartilage cricoïde, et chacune d'elles va s'attacher sur le bord de ce cartilage un peu au-dessus du point où se montre la première ébauche des anneaux de la trachée. Elles sont fixées au cartilage cricoïde par l'intermédiaire d'un court ligament fibreux. Il n'y a pas d'articulation proprement dite.

La longueur totale de ces cornes, prise de l'angle postérieur du cartilage thyroïde à leur extrémité libre, est de $0^{m}30$. A leur origine elles présentent sur leur face inféro-externe, une épaisse tubérosité; dans le reste de leur étendue elles sont à peu près régulièrement cylindriques.

Telle est la forme du cartilage thyroïde. On voit d'après nos figures (pl. XXXIII, fig. 7, et pl. XXXIV, fig. 10) qu'il forme une sorte de large plaque cartilagineuse soutenue de chaque côté par les cornes postérieures qui embrassent dans leur concavité toutes les autres parties du larynx.

a. *Cartilage cricoïde* (fig. 11, *c*). — La forme générale du cricoïde de la Balænoptera musculus, rappelle assez celle du cricoïde de l'homme, sauf que les deux faces latérales ne se rejoignent pas

comme chez ce dernier sur la face ventrale du larynx pour constituer un anneau fermé. Le cricoïde consiste en une sorte de gouttière dont le bord antérieur est coupé obliquement d'arrière en avant, de la face ventrale à la face dorsale, de même que l'ouverture supérieure de l'anneau cricoïdien chez l'homme.

Nous considérerons au cricoïde un corps et deux ailes.

Le corps est représenté par une lame cartilagineuse quadrilatère qui occupe la face dorsale du larynx. Sa face supérieure est lisse ainsi que sa face inférieure que tapisse la muqueuse du larynx. Son bord antérieur est concave; son bord postérieur n'est pas limité, il passe dans une large surface cartilagineuse qui résulte de l'union des segments supérieurs des anneaux de la trachée, ceux-ci n'étant différenciés que sur les côtés du canal aérifère.

Les limites latérales de la lame dorsale du cricoïde sont légèrement concaves en avant et rectilignes en arrière; ce ne sont pas à proprement parler des bords, puisque la lame du Cricoïde se continue sous formes d'ailes sur les faces latérales du larynx.

Enfin les *angles antérieurs* qui forment les limites externes du bord antérieur, sont très épais et relevés en une sorte de tête articulaire de forme ovoïde qui sert à l'articulation des cartilages arytenoïdes. Ces surfaces articulaires sont convexes, de forme ovoïde, à grand axe dirigé obliquement de dedans en dehors et d'avant en arrière. Leur grand diamètre est de $0^{m}08$, leur diamètre transversal atteint $0^{m}03$ à la grosse extrémité, et $0^{m}24$ seulement à la petite extrémité dirigée en dedans. La distance qui sépare les extrémités internes de ces deux surfaces articulaires, mesure $0^{m}12$; cette longueur est celle de la corde qui soutend l'arc formé par le bord antérieur concave du cartilage. La longueur totale de ce bord est de $0^{m}24$. Tandis que la longueur du bord inférieur prise au niveau où apparaît le premier anneau de la trachée n'est que de $0^{m}22$. Le cartillage cricoïde se rétrécit donc légèrement vers sa partie postérieure.

Sa hauteur prise du sommet de la convexité de la surface articulaire crico-aryténoïdienne au bord postérieur égale $0^{m}25$.

Les *ailes* ou faces latérales du cricoïde, sont deux lames triangulaires recourbées sur les côtés du larynx qu'elles embrassent.

Chacune de ces lames triangulaires se confond par son sommet avec l'angle antérieur correspondant du cricoïde et par son bord externe avec le corps du cartilage. Le bord interne, libre, est irrégulier et présente des courbes alternativement concaves et convexes rappelant une lettre S très étirée. La base du triangle est également libre, irrégulière, obliquement dirigée de dehors en dedans et d'avant en arrière, et l'angle qu'elle forme avec le côté interne est arrondi et épaissi en une tubérosité assez prononcée. Ajoutons que sur la surface de la lame triangulaire ainsi limitée, on aperçoit vers le bord externe une fente sinueuse qui intéresse toute l'épaisseur du cartilage et qui s'étend d'avant en arrière et de dehors en dedans jusqu'au bord postérieur (fig. 7, *l*). Cette fente naît à l'union du tiers externe avec les deux tiers internes de la lame cartilagineuse à $0^{m}05$ environ de son bord externe. Les lèvres en sont très rapprochées, mais cependant elles semblent pouvoir permettre une certaine mobilité de la portion interne de l'aile du cricoïde sur sa portion externe, mobilité qui peut être nécessaire quand le sac laryngé venant à se gonfler remplit la gouttière formée par le cricoïde.

De la forme de ces ailes du cricoïde, il résulte, qu'en avant, leur écartement très considérable et mesurant environ 22 cent. laisse largement à nu le sac laryngé, qui au contraire en arrière est embrassé par les bords du cricoïde beaucoup plus rapprochés et distants seulement de $0^{m}12$.

c. *Cartilages aryténoïdes* (fig. 9 et 10). — Les cartilages aryténoïdes très développés, comprennent un corps et deux cornes, l'une dirigée en avant et se prolongeant jusque dans le repli aryteno-épiglottique du côté correspondant, l'autre dirigée en arrière.

Le *corps* du cartilage est très irrégulier, il est épais et comparable à une pyramide triangulaire à base oblique. Cette base dans sa partie interne est plane et répond à la face dorsale du larynx. Sa partie externe concave et dirigée en arrière et en dedans est creusée d'une profonde cavité articulaire, ovale, à grand diamètre dirigé de dedans en dehors et d'arrière en avant. Cette cavité articulaire qui s'applique exactement sur la surface convexe correspondante du cricoïde, mesure $0^{m}08$ de grand diamètre et $0^{m}04$ transversalement.

Vu l'obliquité de la base, les trois surfaces de la pyramide sont très irrégulières. La surface la plus étendue répond à la face ventrale du larynx et est un peu inclinée en dedans et en avant. Elle est convexe en arrière, légèrement concave en avant. Elle mesure environ $0^{m}11$ de hauteur. Les deux autres faces d'égale hauteur mesurent $0^{m}06$ de la base au sommet. L'une est dirigée en arrière et en dehors, l'autre répond à la face dorsale du larynx et est un peu inclinée en dehors. Le sommet du corps de l'aryténoïde est arrondi, très obtus et épaissi en une tubérosité saillante.

Corne postérieure. — La corne postérieure de l'aryténoïde est un long prolongement cartilagineux de forme triquètre qui fait suite en arrière au corps de ce cartilage et va s'attacher par l'intermédiaire d'un épais ligament sur le bord du cricoïde. Cette corne mesure $0^{m}14$ de longueur. Des trois faces qu'on peut lui considérer, l'une interne est tapissée par la muqueuse du larynx, elle est légèrement convexe et mesure $0^{m}03$ à sa base. La seconde ventrale est tournée un peu en dehors; à son union avec le corps de l'arytenoïde, elle mesure $0^{m}05$. La troisième enfin, dorsale, est lisse, un peu concave et se continue avec la partie lisse et concave de la base du corps de l'aryténoïde. Elle mesure $0^{m}06$ dans sa plus grande largeur.

L'angle dièdre formé par les deux faces interne et ventrale, est épais et mousse. Vers son tiers antérieur on le voit se relever en une crête qui saille peu à peu davantage et qui se continuant en avant de la corne, longe le bord interne du corps de l'aryténoïde où elle atteint $0^{m}03$ de hauteur; à ce niveau, elle est d'autant plus apparente qu'elle forme avec la face ventrale du corps du cartilage un angle rentrant, profond et étendu (Pl. XXXIII, fig. 10, *ci*).

Parvenue à l'angle antérieur et interne du corps de l'aryténoïde, cette crête s'étend en avant et en dehors en se courbant à la manière d'un crochet et par sa concavité s'adosse au bord externe de la corne antérieure et se soude avec elle. Cette crête dans toute son étendue depuis son origine sur le bord de la corne postérieure jusqu'à sa soudure à la corne antérieure, mesure $0^{m}27$ de longueur.

La corne antérieure (fig. 9 et 10, *a*, *a*) est un prolongement cartilagineux long de $0^{m}80$. Partant de l'angle antéro-interne

du corps du cartilage, il décrit une courbe très accentuée, à convexité externe. Cette courbure très prononcée dans la portion terminale de la corne, lui donne l'apparence d'une lame de faucille. Au sommet de la convexité vient se souder l'extrémité antérieure de la crête dont il a été question plus haut.

La corne antérieure peut être considérée comme formée de deux parties : une partie postérieure large de 2 centimètres et d'épaisseur un peu moindre, sorte de manche qui occupe la distance comprise entre le corps de l'aryténoïde et le repli aryténo-épiglottique, et une partie antérieure ou lame, aplatie, épaisse de quelques millimètres et large de 0^{m}03 environ. Ces deux portions semblent tordues l'une sur l'autre, de telle sorte que la face externe du manche se continue avec la face ventrale de la lame.

Sac laryngé (pl. XXXIII, fig. 8). — De même que chez les Balænoptères étudiées jusqu'ici, nous trouvons chez la Balænoptera musculus un grand sac formé par une sorte de hernie de la muqueuse du larynx entre les cornes postérieures des aryténoïdes.

Ce sac en forme de long cæcum cylindrique, un peu atténué dans sa partie postérieure, est extrêmement développé sur la pièce que nous étudions, il est malheureusement incomplet; mesurant 0^{m}12 de diamètre dans sa plus grande largeur, il ne devait pas avoir moins de 0^{m}35 de longueur. La portion que nous possédons mesure 0^{m}25.

Etendu à la face ventrale du larynx, il est recouvert en avant par le cartilage thyroïde; dans sa portion médiane, il siège entre les ailes du cricoïde qui l'embrassent de chaque côté. En arrière enfin, il s'étend sur la face ventrale de la trachée. Par sa face supérieure, il est accolé à la membrane crico-trachéale qui unit entre elles les extrémités libres des anneaux incomplets de la trachée. Sa face ventrale est libre.

Ses parois qui mesurent 8^{mm} d'épaisseur, sont formées extérieurement d'une couche musculaire dans laquelle on distingue principalement dans la portion postérieure, des fibres circulaires qui s'insèrent sur les bords des anneaux de la trachée et des fibres longitudinales qui à sa face ventrale sont dirigées d'avant en arrière, tandis que sur ses côtés elles vont obliquement d'avant en arrière et dedans en dehors.

Ces dernières s'insèrent sur le bord antérieur des premiers

anneaux de la trachée à l'extrémité postérieure des ailes du cricoïde et plus en avant sur la face concave profonde de ces mêmes ailes.

La muqueuse qui tapisse la cavité de cette poche musculaire est un prolongement de la muqueuse du larynx. Elle est remarquable par de nombreux replis fasciculés volumineux, subdivisés en plis secondaires à bords ondulés. Les uns sont dirigés longitudinalement et occupent les côtés du sac laryngé, tandis que d'autres partant des lèvres de l'ouverture de communication avec le larynx se dirigent en arrière. Ces derniers replis décrivent des courbes concentriques à concavité embrassant l'orifice du sac, et par leur extrémité inférieure les plis du côté droit viennent se joindre à ceux du côté gauche sur la ligne médiane en arrière de l'extrémité postérieure de cet orifice.

Enfin, entre les grands replis muqueux que nous venons d'indiquer, de plus petits replis semblables à des trabécules qui s'anastomosent entre eux et s'entrecroisent dans toutes les directions, délimitent des aréoles arrondies ou ovales (pl. XXXII, fig. 5), de diamètre très variable, dans le fond desquelles se trouvent les orifices circulaires de nombreux cryptes, tantôt isolés, tantôt réunis par petits groupes.

L'ouverture (fig. 8, *o*) par laquelle le sac laryngé communique avec le larynx, a la forme d'une fente qui mesure 0^m30 de longueur et 0^m02 de largeur, et se trouve sur le milieu de la face dorsale du sac. Cette fente a pour limites les faces internes des cornes postérieures et du corps des aryténoïdes, tapissées par la muqueuse du larynx. Elle s'étend en avant jusqu'à l'orifice du larynx ; en arrière, elle est limitée par un repli de la muqueuse du larynx, repli qui affecte la forme d'un septum triangulaire (fig. 8, *x*), reliant les deux extrémités supérieures des cornes de l'arytenoïde et compris entre les plis arqués de la muqueuse qui partent des lèvres de la fente. En s'écartant ou se rapprochant, les cornes de l'arytétenoïde déterminent évidemment la dilatation ou l'occlusion de cette fente.

Orifice du larynx. — L'orifice du larynx est circulaire et mesure 0^m115 de diamètre ; son bord ventral se prolonge en avant en un repli muqueux long de 0^m185 qui constitue *l'épiglotte* (fig. 12); celle-ci est profondément sillonnée de plis

longitudinaux décomposés en plis secondaires à bords crénelés, et présente de nombreux cryptes semblables à ceux du sac laryngé. L'extrémité terminale de l'épiglotte est obtuse. Elle renferme un fibro-cartilage aplati.

Le bord postérieur de l'orifice du larynx, se continue en deux larges replis semi-lunaires, hauts de $0^{m}135$ et larges de $0^{m}08$ et formant les replis *aryténo-épiglottiques* dans lesquels nous avons vu se continuer l'extrémité recourbée des cornes antérieures de l'aryténoïde.

Trachée. — La trachée enfin qui mesure $0^{m}24$ de diamètre est tapissée d'une muqueuse complètement lisse et revêtue extérieurement d'anneaux cartilagineux incomplets à la face ventrale du tube où ils s'unissent au moyen d'une lame membraneuse, et confondus à la face dorsale en une lame cartilagineuse qui se continue avec le corps du cricoïde. Nous n'avons malheureusement pas la portion terminale de la trachée et nous n'avons pu voir, si, comme cela paraît probable, elle se divise en trois branches.

B. Balænoptera Sibbaldii.

Larynx (pl. XXXIV, fig. 14). — Le larynx de la Balænoptera Sibbaldii n'a encore été décrit que par Turner (12).

Le sujet observé par cet anatomiste était un fœtus mâle, et nous avons peu de chose à ajouter à son excellente description. Toutefois nous présenterons quelques observations qui nous paraissent d'autant plus intéressantes que l'individu que nous avons examiné, long de $3^{m},60$ est du sexe femelle. D'autre part, il ne nous semble pas inutile de donner quelques dimensions qu'on pourra comparer avec celles qui ont été notées par Turner.

La longueur du larynx du bord antérieur du thyroïde à l'extrémité postérieure libre des faces latérales du cricoïde est de $0^{m}155$. Dans sa plus grande largeur, au niveau du sommet de la courbe des cornes du thyroïde, il mesure $0^{m}84$.

Le *cartilage thyroïde* est une lame aplatie à sa partie ventrale et courbée sur ses côtés, dont la forme répond bien à celle qui a été indiquée par Turner ; toutefois le bord antérieur est plus profondément échancré qu'il ne l'a figuré (comparer notre

figure (pl. XXXIV, fig. 14) et les figures du mémoire de Turner), et le lambeau médian qui prolonge le cartilage en arrière, est proportionnellement plus allongé. Ajoutons que sur notre jeune individu, l'extrémité de cette languette cartilagineuse n'est pas bifide ou du moins n'est pas divisée régulièrement comme chez le sujet que Turner a figuré. Nous voyons une petite encoche sur le côté droit de la languette, qui en sépare une très petite portion, comme le représente notre figure. Il se peut que ce ne soit là qu'un cas particulier ou bien encore en relation avec le sexe de notre jeune fœtus. Nous ferons remarquer en tout cas, que les photographies du larynx de la Bal. Sibbaldii mâle, publiées par Malm (7) montrent l'extrémité postérieure du cartilage thyroïde indivise.

Le *cartilage cricoïde* est large, et son bord antérieur irrégulier, présente à chacun de ses angles latéraux, une surface articulaire pour les aryténoïdes, et en son milieu une saillie conique à pointe mousse, séparée de chaque surface articulaire par une concavité (pl. XXXIV, fig. 14).

Les *Cartilages Arytenoïdes* ont une forme absolument semblable à celle de ces mêmes cartilages chez la Balænoptera musculus.

Turner décrit seulement le corps et les deux cornes antérieure et postérieure. Mais il existe, en outre, sur le bord interne du corps du cartilage, une crête épaisse et élevée qui naît sur la corne postérieure et se prolonge en avant jusque vers la moitié de la longueur de la corne antérieure. Cette crête est comparable à celle que nous avons décrite chez la Balænoptera musculus. Nous verrons par la suite qu'il n'est pas sans intérêt d'insister sur cette particularité.

L'ouverture du larynx est elliptique, obliquement coupée de bas en haut et d'arrière en avant. Deux replis aryténo-épiglottiques se montrent à la face dorsale, et l'*épiglotte* qui occupe le bord ventral est de forme triangulaire, épaisse et profondément excavée sur sa face supérieure. L'épiglotte est remarquablement longue, elle mesure en effet $0^{m}10$ sur $0^{m}35$ de large à sa base.

Sac laryngé. — Ce sac de forme cylindrique, un peu atténué à son extrémité postérieure, est une sorte de cæcum placé comme on le sait à la face ventrale du larynx et de la trachée.

Sa longueur à partir du bord postérieur de son ouverture de communication avec le larynx, est de 0m12. La portion antérieure recouverte par le cartilage thyroïde mesure 0m09 de longueur, soit en tout 0m21 depuis la base des replis aryténo-épiglottiques jusqu'à son extrémité terminale. Son diamètre transversal est de 0m04 dans sa portion postérieure. On observe sur sa face ventrale une sorte de raphé médian fibreux sur lequel viennent s'insérer les faisceaux obliques de dedans en dehors et d'avant en arrière de sa couche musculaire superficielle. Ces faisceaux nous paraissent répondre aux fibres circulaires dont parle Turner.

Ceux qui revêtent la portion postérieure du sac s'attachent en dehors sur les bords des premiers anneaux incomplets de la trachée. D'autres faisceaux à direction longitudinale qui, sur les côtés renforcent les précédents, prennent insertion sur la face profonde du cartilage cricoïde et sur le corps des aryténoïdes. Enfin, en avant, un certain nombre de fibres musculaires s'attachent à la face supérieure de la languette du thyroïde. Il n'y a pas de fibres musculaires à la face supérieure du sac laryngé ; cette portion de la paroi est formée par une épaisse membrane fibreuse qu'on peut séparer de la membrane crico-trachéale et à laquelle elle est unie.

La muqueuse du sac encore presque lisse chez le jeune individu que nous étudions, offre toutefois de nombreux cryptes très régulièrement répartis. Ces cryptes, dans la portion antérieure du sac laryngé, sont disposés en deux ou trois séries longitudinales parallèles, dans le fond de l'angle rentrant formé par la paroi externe du sac et les lèvres proéminentes de son orifice dans le larynx. Une autre rangée de cryptes occupe l'axe du septum membraneux qui limite en arrière ce même orifice. Enfin dans la portion postérieure du sac, les cryptes plus grands mais plus espacés, sont répartis en rangées longitudinales sur toutes les faces de la cavité et convergent vers le fond du sac où la muqueuse en est criblée.

Chez notre Balænoptera Sibbaldii, comme chez la Bal. musculus, les lèvres de l'orifice de communication entre le sac et le larynx, sont formées par les aryténoïdes recouverts par la muqueuse.

Trachée. — La longueur de la trachée, du bord postérieur

des faces latérales du cricoïde, à la bifurcation du canal aérien mesure 0m145. Son diamètre transversal est de 0m05. Les premiers anneaux de cette trachée sont très irréguliers; leurs segments supérieurs sont confondus en une plaque cartilagineuse qui s'unit avec la lame dorsale du cricoïde. Sur les côtés ils se divisent souvent en deux ou trois nodules unis par une membrane fibreuse. Enfin, à la face ventrale de la trachée, ils sont incomplets et l'espace vide est rempli par la membrane crico-trachéale. Le cinquième anneau est, comme le montre notre figure 13, particulièrement remarquable par son irrégularité. De plus, à ce niveau on voit naître une bronche mesurant 0m027 de diamètre qui est destinée au poumon droit (fig. 13, *b*). En arrière de cette branche supplémentaire, la trachée qui n'a pas diminué sensiblement de calibre, est pourvue d'anneaux cartilagineux complets, encore irréguliers et fréquemment anastomosés. Les deux branches qui naissent de la bifurcation de cette trachée, s'étendent encore sur une grande longueur (0m15 environ) avant de pénétrer dans les poumons.

C. Balæna antipodum.

Les pièces qui font le sujet de la drescription suivante, ont été extraites, ainsi qu'il a été dit plus haut, d'une tête de fœtus de Balæna Antipodum figurée dans l'Ostéographie des Cétacés de Gervais et Van Beneden. Nous décrirons successivement l'appareil hyoïdien, le larynx et la trachée.

Nous n'avons sur ces diverses parties trouvé aucun renseignement dans les auteurs.

Hyoïde (pl. XXXII, fig. 1). — Le corps de l'hyoïde est encore en partie cartilagineux. La partie ossifiée est réduite à une portion scutiforme qui du milieu du bord antérieur s'étend jusque vers le milieu du corps dont la face antérieure est bombée.

Ce corps, de forme hexaédrique, est épais d'environ 0m01 et mesure 0m018 de diamètre antéro-postérieur sur 0m036 de diamètre transversal. Il présente six côtés; l'antérieur et le postérieur sont concaves; mais la concavité du premier est plus marquée et détermine de chaque côté la formation d'un angle épais et saillant représentant l'apophyse styloïde rudimentaire. Les bords latéraux du corps de l'hyoïde sont formés

chacun par l'union de deux des côtés de l'hexaèdre que figure ce corps. Au côté postérieur répond la grande corne, au côté antérieur la petite corne qui est fixée à l'hyoïde et à la corne postérieure par l'intermédiaire d'une membrane épaisse. Cette petite corne est formée d'une portion osseuse cylindrique, légèrement courbée, comprise entre deux portions cartilagineuses terminales, de forme hémisphérique. Sa longueur totale est de 0^m057. Son diamètre transversal de 0^m008.

Les grandes cornes longues de 0^m062 sont formées d'une partie osseuse qui s'attache directement au corps de l'hyoïde et dont la forme est celle d'un cylindre un peu renflé dans sa partie médiane. Son diamètre transversal à ce niveau est de 0^m16, sa longueur de 0^m04. L'extrémité libre de cette corne est occupée par un cartilage de forme conique, à pointe mousse, long de 0^m022.

Larynx. — Les dimensions du larynx sont les suivantes : longueur, du bord antérieur du cartilage thyroïde au bord postérieur du cricoïde, 0^m104. Largeur au niveau du sommet de la courbe des cornes postérieures du thyroïde, 0^m06.

Le *cartilage thyroïde* offre à considérer une lame, quatre angles et quatre bords. La *lame* ou corps du cartilage, siège à la face ventrale du larynx et se replie sur les côtés de ce conduit. Beaucoup plus large en avant où elle mesure 0^m108 de diamètre transversal, elle diminue progressivement de largeur dans ses deux tiers postérieurs où elle affecte la forme d'une plaque triangulaire.

La face ventrale du thyroïde, est relevée d'une crête saillante (fig. 1, *cr.*) en forme de carène de telle sorte que l'ensemble du cartilage rappelle assez la forme d'un sternum de Gallinacé. Cette crête présente sa plus grande hauteur au voisinage du bord antérieur du cartilage. Elle se prolonge en arrière en s'atténuant peu à peu. De chaque côté, la lame cartilagineuse est manifestement convexe. La carène dont nous venons de parler est le résultat d'un épaississement du cartilage, car la face supérieure de ce dernier n'offre point de gouttière médiane correspondant à cette carène. Elle est seulement un peu concave, principalement vers ses bords qui se replient sur les côtés du larynx.

Le *bord antérieur* du cartilage thyroïde est à peu près droit

sauf en son milieu qui répond au sommet de la carène ventrale. De chaque côté, l'angle antérieur proémine en avant en une petite corne triangulaire mousse et peu développée.

Le *bord postérieur* du thyroïde présente deux échancrures latérales demi-elliptiques, entre lesquelles est interposée la partie postérieure triangulaire du cartilage. Cette dernière est divisée à son extrémité postérieure par une petite échancrure, en deux languettes courtes et obtuses.

Les *bords latéraux* sont convexes, un peu épaissis et se continuent dans les cornes postérieures qui prolongent en arrière les angles postérieurs du cartilage. Ces *cornes* qui mesurent 0^m^06 de longueur, sont cylindriques et atténuées vers leur extrémité terminale. Leur épaisseur moyenne est de 0^m^120. Elles décrivent sur les côtés du larynx une courbe assez prononcée à convexité externe et vont s'attacher aux bords du cartilage cricoïde par l'intermédiaire d'un court et épais ligament, quelque peu en avant du premier anneau trachéal.

Cartilage cricoïde (pl. XXXII, fig. 1 et 2). — Le corps du cricoïde est une lame cartilagineuse peu épaisse, plus large dans ses deux tiers postérieurs que dans son tiers antérieur. Cette dernière portion, en effet, s'étend en avant sous la forme de deux proéminences épaisses et courtes séparées par une encoche et limitées en dehors par un bord un peu concave et oblique d'avant en arrière et de dedans en dehors. Les deux proéminences constituent deux surfaces articulaires pour les aryténoïdes.

La partie postérieure plus large, se recourbe sur les côtés du larynx en formant de chaque côté une aile large et étalée qui embrasse les côtés du sac laryngé.

De chaque côté du cricoïde, une échancrure profonde, sinueuse, s'étend du bord postérieur en avant et en dehors, et divise le cartilage en une portion dorsale en continuité avec les anneaux de la trachée et deux portions latéro-ventrales terminées librement en arrière en une languette aplatie à extrémité obtuse.

Cartilages aryténoïdes (pl. XXXII, fig. 3). — Les cartilages aryténoïdes sont formés d'un corps très épais mesurant 0^m^024 de diamètre transversal sur 0^m^015 de diamètre antéro-postérieur. C'est une sorte de tête hémisphérique à convexité tournée en dehors et dont la surface de section dirigée en dedans se continue en

deux cornes antérieure et postérieure de longueur inégale.

La corne antérieure épaisse à sa base et aplatie vers son extrémité terminale, est dirigée obliquement d'arrière en avant et de dehors en dedans. Elle mesure dans toute son étendue, 0m04 de longueur et 0m012 de largeur à sa base. Son extrémité antérieure un peu recourbée, est cachée dans le repli aryténo-épiglottique correspondant.

La corne postérieure un peu plus développée, mesure 0m05 de longueur et 0m014 de largeur à sa base. Elle est dirigée en arrière et se prolonge jusqu'à la partie moyenne du cricoïde.

Ajoutons enfin qu'une fossette articulaire concave sert à l'union du corps de l'aryténoïde avec le cricoïde.

Epiglotte. — L'épiglotte présente chez le fœtus de Balæna Antipodum que nous observons, une forme très distincte de celle qui a été décrite chez les Balænoptères. Beaucoup plus courte et plus large, elle ne se termine pas en pointe, mais en un bord convexe réfléchi vers l'orifice du larynx et interrompu en son milieu par un petit repli saillant, dur au toucher, formé par la muqueuse qui recouvre l'extrémité claviforme du fibro-cartilage épiglottique. La longueur de l'épiglotte égale 0m028, sa largeur à la base est de 0m025.

Les replis aryténo-épiglottiques sont larges et leurs bords épaissis.

Sac laryngé. — Le sac laryngé est chez cette espèce tout à fait rudimentaire si on le compare à celui des Balænoptères. Il ne s'étend pas en arrière au delà du bord postérieur du cricoïde. Très intimement uni à la paroi du larynx par sa face dorsale, sa face ventrale est en grande partie recouverte par le cartilage thyroïde. Sa paroi musculaire est d'une remarquable épaisseur, ce qui réduit encore la cavité qu'elle limite. Les fibres musculaires sont de chaque côté du sac dirigées obliquement de dehors en dedans et d'arrière en avant. Dans toute la portion recouverte par le thyroïde, les faisceaux musculaires s'attachent en avant à la face dorsale de ce cartilage, et dans toute la région du sac située en arrière du thyroïde les insertions sont les suivantes : en dedans à un raphé fibreux qui occupe la ligne médiane de la face ventrale du sac, en dehors, sur le bord antérieur et la face ventrale des quatre premiers anneaux de la trachée.

Bien que ces fibres musculaires prennent insertion sur les

quatre premiers anneaux de la trachée, le sac laryngé ne doit pas être considéré comme s'étendant aussi loin en arrière. La cavité du sac est très réduite en effet, comme nous l'avons dit, et ne dépasse pas le premier anneau.

L'ouverture du sac dans le larynx consiste en une fente allongée d'avant en arrière (fig. 4) et limitée sur ses bords par deux replis larges et aplatis de la muqueuse, replis qui en forment les lèvres et qui ne sont point soutenus comme chez les Balænoptères par les cornes postérieures des aryténoïdes.

Chez la Balæna Antipodum, les cornes postérieures des aryténoïdes, recouvertes par la muqueuse du larynx, font saillie en dedans des replis qui limitent l'orifice, et apparaissent au fond de cet orifice sous forme de deux lèvres qui en rétrécissent l'ouverture.

Ajoutons que des plis apparaissent à peine sur la muqueuse du sac qui est à peu près lisse, mais où l'on aperçoit déjà quelques petits cryptes.

Trachée (pl. XXXII, fig. 2). — La trachée de la Balæna Antipodum est extrêmement courte. Le nombre des anneaux dont elle se compose est assez difficile à déterminer vu l'impossibilité dans laquelle on se trouve de définir exactement où finit le cricoïde et où commence en réalité la trachée.

Nous croyons toutefois pouvoir compter trois premiers anneaux qui, sur la face dorsale, sont soudés en une plaque cartilagineuse continue avec le corps du cricoïde, et qui, sur la face ventrale sont interrompus et reliés d'un côté à l'autre par la membrane crico-trachéale. Au-dessous de ceux-ci, on peut compter trois autres anneaux plus épais et plus larges, entourant complètement la trachée et qui s'anastomosant sur la face dorsale y forment des plaques cartilagineuses irrégulières reliées entre elles et aussi à lame cartilagineuse formée par les trois anneaux antérieurs, par l'intermédiaire de petits ponts de cartilage. En arrière du sixième anneau, la trachée se bifurque en deux grosses branches d'un diamètre à peu près égal.

Nous ne voyons aucune trace de la bronche supplémentaire qui chez les Balænoptères naît sur la trachée avant sa bifurcation. Nous notons toutefois que la bronche droite, à très peu de distance de son origine fournit sur son bord externe une branche volumineuse.

Il nous paraît intéressant après la description qui précède de faire ressortir la grande ressemblance qui existe entre le larynx de la Balæna Antipodum et celui de la Balæna mysticetus décrit et figuré par Sandifort, Eschricht et Reinhardt. Il nous est impossible de saisir soit dans la forme générale des cartilages, soit sous tout autre rapport des différences bien tranchées et nous ne pouvons faire que deux remarques d'une importance minime : d'une part le bord antérieur du cartilage cricoïde est moins large et son encoche médiane plus profonde chez notre sujet que chez la Baleine du Groenland; d'autre part, la forme de la corne antérieure du cartilage aryténoïde est un peu différente dans les deux espèces.

Dans la Baleine du Groenland comme l'ont figuré Eschricht et Reinhardt (5) et comme nous avons pu nous en assurer sur le larynx d'un individu adulte que possède le Museum, la corne antérieure fait à son extrémité terminale une large courbe en crochet, dirigée de dehors en dedans, et d'après les précédents auteurs, est reliée à la corne du côté opposé par un ligament fibreux. Chez la Balæna Antipodum, l'extrémité terminale de la corne antérieure de l'aryténoïde s'infléchit très peu en dedans et nous ne trouvons aucun lien fibreux entre les cornes de chaque côté. Peut-être d'ailleurs ne sont-ce là que des différences inhérentes à l'état fœtal de l'individu que nous avons examiné.

Les particularités sur lesquelles nous avons insisté dans notre description de la Balæna Antipodum, ont été signalées également chez la Baleine du Groënland. Ce sont, pour le *thyroïde :* le grand développement de son diamètre antéro-postérieur et de ses angles antérieurs qui dessinent de véritables petites cornes antérieures (fig. 3, pl. XXXII) et l'existence d'une carène épaisse très saillante à la face ventrale du cartilage.

Pour le *cricoïde* : l'étendue de ses ailes latérales.

Ajoutons que la *trachée* chez les deux espèces est courte, large, formée d'anneaux irréguliers, et qu'elle se bifurque en deux branches comme l'avait déjà indiqué Sandifort chez la Baleine du Groën land sans émettre comme chez les Balænoptères une bronche supplémentaire pour le poumon droit.

Dans les deux espèces aussi, les bords de *l'épiglotte* sont infléchis vers l'orifice du larynx et son sommet est à la face

dorsale pourvu d'un petit tubercule formé par l'extrémité terminale du fibro-cartilage claviforme. Enfin, *le sac laryngé* est très rudimentaire et sa cavité très réduite relativement à l'épaisseur de ses parois musculaires.

En résumé l'appareil laryngo-trachéal du genre Balæna est très facile à caractériser.

Examinons maintenant brièvement comment il se présente dans son ensemble chez les Balænoptères, nous mettrons ensuite en regard les particularités propres à chacun des deux genres.

Par l'examen comparatif du larynx et de la trachée chez les deux espèces de Balænoptères que nous avons étudiées (B. Sibbaldii et B. musculus) et chez la Bal. rostrata décrite par les anatomistes précédemment cités, on est vivement frappé des différences que présente la structure de ces organes chez les trois espèces. On doit mettre d'abord à part les Balænoptera musculus et rostrata dont le cartilage thyroïde est développé de manière à donner au larynx une forme massive, tandis que la forme du même cartilage chez la Bal. Sibbaldii rend le larynx d'apparence plus svelte et le rapproche de l'aspect général que présente cet organe chez les vraies Baleines.

Rappelons rapidement quelques-uns des détails particulièrement aptes à faire ressortir les différences que nous signalons.

Chez la *Balænoptera musculus*, le cartilage *thyroïde* est plus large que long ; deux très courtes languettes séparées par une échancrure, s'étendent en arrière à peine au niveau du bord antérieur du cricoïde. Les angles antérieurs du même cartilage sont très peu saillants ; son bord antérieur est droit ou à peine concave.

Ces caractères ne répondent pas à ceux de la même pièce du larynx des *Bal. Sibbaldii* et *rostrata;* chez la première espèce surtout, le cartilage thyroïde très allongé d'avant en arrière, se continue postérieurement en une bande cartilagineuse bifurquée à son extrémité libre qui dépasse plus ou moins le bord antérieur du cricoïde et des cornes antérieures bien différenciées quoique peu allongées, limitent de chaque côté le bord antérieur profondément échancré en son milieu.

Le cartilage *cricoïde* large et puissant, offre un bord antérieur concave chez la Balænoptera musculus et relevé au contraire d'une saillie convexe assez proéminente chez la Balænoptera Sibbaldii. Les bords latéraux de la face dorsale à peu

près droits ou un peu concaves chez la première espèce, sont convexes chez les deux autres.

Les cartilages *aryténoïdes* paraissent semblables chez toutes, et il en est de même des autres parties du larynx ainsi que de la trachée. Nous pouvons cependant faire remarquer que l'*épiglotte* est plus large et proportionnellement plus courte chez la Bal. musculus que chez les autres espèces.

Pour compléter cette étude comparative, il nous faut signaler les caractères distinctifs qui existent dans la structure du larynx chez les deux espèces *Sibbaldii* et *rostrata*.

Le cartilage *thyroïde* présente comme nous le disions plus haut, certains rapports dans sa structure et son aspect général avec celui de la Bal. musculus. Les figures données par Sandifort et Eschricht et plus récemment par Carte et Macalister (3) concordent à nous présenter le bord postérieur du thyroïde convexe et sa partie médiane profondément échancrée de manière à ne laisser entre le fond de cette échancrure et le bord antérieur du cartilage qu'une sorte d'isthme cartilagineux, étroit chez le fœtus, bien que proportionnellement plus large chez l'adulte (comparez les figures de Eschricht et de Carte et Macalister avec celles de Sandifort (*a*). L'étroitesse de cet isthme est due aussi en grande partie à ce que le bord antérieur du thyroïde est assez profondément concave. Le peu de concavité que présente au contraire ce même bord chez la Bal. musculus donne au thyroïde de cette dernière espèce une plus grande hauteur.

Chez la Bal. *Sibbaldii* la forme du thyroïde est toute autre. Une profonde échancrure médiane, de chaque côté de laquelle le bord se relève en formant une courbe à convexité antérieure le caractérise déjà en même temps que l'étroite bande cartilagineuse qui le prolonge en arrière.

En résumé, le cartilage thyroïde de la Bal. rostrata, se rapproche par certains côtés de celui de la Bal. musculus. La même

(*a*) Sur les figures données par Sandifort, on voit à la base de chacune des cornes antérieures du thyroïde chez la Balænoptera rostrata, une perforation triangulaire qui intéresse toute l'épaisseur du cartilage. Nous ne voyons cette particularité reproduite par aucun des anatomistes qui ont étudié le larynx de cette espèce. Peut-être est-ce le résultat du développement plus avancé de l'individu étudié par Sandifort, car il est à remarquer que toutes les autres descriptions ont trait à de jeunes individus. Quoiqu'il en soit, chez la Bal. Sibbaldii nous n'observons pas ces perforations, et ni les dessins de Turner, ni les photographies de Malm n'en font mention.

observation résulte de l'examen du cartilage *cricoïde*. Chez la Bal. rostrata, en effet, le bord de ce cartilage est concave comme chez la B. musculus, tandis que chez la B. Sibbaldii (voir fig. 13, pl. XXXIV) il est relevé en son milieu d'une saillie convexe. Il est vrai que par ses autres caractères et son aspect général, le cricoïde de la B. rostrata est plutôt comparable à celui de la B. Sibbaldii.

Les cartilages *aryténoïdes* nous semblent d'après la figure de Sandifort, présenter dans la Bal. rostrata, la crête qui longe le bord interne du corps et se prolonge sur le bord externe de la corne antérieure.

Ajoutons enfin que les figures qui ont été données du sac laryngé de cette dernière espèce, le représentent en général comme beaucoup plus court que celui des Bal. Sibbaldii et musculus.

Il résulte de cet examen comparatif, que le larynx de la Bal. rostrata peut-être considéré d'une façon générale comme pouvant prendre une place intermédiaire entre ceux des B. musculus et Sibbaldii.

Il ne nous reste plus qu'à résumer dans le tableau suivant les principaux caractères qui distinguent le larynx et la trachée des vraies Baleines des mêmes organes chez les Balænoptères.

G. BALÆNA.	G. BALÆNOPTERA.
Cartilage *thyroïde*, très développé en arrière, plus long que large.	Cartilage *thyroïde*, plus large que long, prolongé en arrière chez le B. Sibbaldii en une languette assez développée.
Ailes du *cricoïde*, très larges et étalées.	Ailes du *cricoïde*, moins larges en avant qu'en arrière.
Cartilages *aryténoïdes* dépourvus de crête sur le bord interne du corps et sur le bord externe de la corne antérieure.	Cartilages *aryténoïdes* pourvus d'une crête qui part du bord interne de la corne postérieure, longe le bord interne du corps et passe sur le bord externe de la corne antérieure.
Épiglotte courte et large, à bord libre infléchi muni d'un tubercule médian du fibro-cartilage claviforme.	*Epiglotte* allongée, triangulaire, fibro-cartilage plat, non claviforme.
Sac laryngé rudimentaire.	*Sac laryngé*, en forme de cæcum, bien développé.
Trachée, courte, sans bronche supplémentaire.	*Trachée* plus longue donnant naissance, avant sa bifurcation, à une bronche supplémentaire pour le poumon droit.

Nous ferons remarquer en terminant cette étude, que l'extension à toutes les vraies Baleines des caractères qui distinguent leur appareil laryngo-trachéal de celui des Balænoptères, acquiert une base plus solide après l'étude que nous avons faite de cet appareil chez la Balæna Antipodum.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Beneden (van). — *Une page de l'histoire d'une Baleine.* (Bull. Ac. Roy. Belg. 3e série. T. II, n° 12, 1881.)
2. Beneden (van) et Gervais. — Ostéographie des Cétacés. — Paris.
3. Carte et Macalister. — *On the Anat. of the Bal. Rostrata.* — Philos. transact. 1868. Vol. CLVIII, p. 201.
4. Eschricht. — Die nordischen Wallthiere.
5. Eschricht et Reinhardt. — Recent Memoirs on the Cetacea. Roy. Society. London, 1866.
6. J. Hunter. — *Observations on the Structure and Œconomy of Whales.* — Philos. Transact. Vol. LXXVII. 1787, London.
7. Malm. — *Monographie illustrée de la Baleine trouvée le* 29 *octobre* 1865..., avec photographies. — Fol. Stockolm, 1867.
8. Dr Murie. — *On the Anat. of Physalus antiquorum.* Proced. Zool. Soc. London, 1865.
9. Rapp. — Die Cetaceen. 1837.
10. Ravin. — Ann. Sc. nat. 2e série. T. XV, 1841.
11. Sandifort. — Nieuwe Verhandel. Nederland Institut. Amsterdam, 1831. V. 3.
12. Turner. — Transact. of the Royal Soc. Edimb., 1872.

EXPLICATION DES FIGURES.

Les mêmes lettres répondent aux mêmes parties dans toutes les figures.

th, thyroïde. — *pr*, cornes postérieures de ce cartilage. — *c*, cricoïde. — *l*, incisure du cricoïde. *a*, aryténoïde. — *aa*, ses cornes antérieures. — *e*, épiglotte. — *ae*, repli aryténo-épiglottique. — *s*, sac laryngé. — *tr*, trachée. — *b*, bronche supplémentaire. — *o*, orifice du sac dans le larynx.

Planche XXXII.

Fig. 1. — Appareil hyoïdien et larynx de la Balæna Antipodum, vus par la face ventrale. — *n*, corps de l'hyoïde. — *p*, cornes postérieures. — *m*, cornes antérieures. — *cr*, crête du thyroïde.

Fig. 2. — Larynx du même individu vu par sa face dorsale. — *n*, nodule de l'épiglotte. — *i*, surfaces articulaires pour l'insertion des aryténoïdes.

Fig. 3. — Le même larynx vu de profil.

Fig. 4. — Le sac laryngé ouvert pour montrer son ouverture dans le larynx.

Fig. 5. — Aryténoïde. — *ca*, corne antérieure. — *cp*, corne postérieure.

Fig. 6. — Cryptes de la muqueuse du sac laryngé.

PLANCHE XXXIII.

Fig. 7. — Larynx de la Balænoptera musculus vu par sa face ventrale.

Fig. 8. — Le sac laryngé ouvert pour montrer son orifice de communication avec le larynx. *x* Septum limitant cet orifice en arrière.

Fig. 9. — Aryténoïde vu par sa face dorsale. — *v* Surface articulaire pour le cricoïde.

Fig. 10. — Le même, par sa face ventrale. — *ci*, crête qui, du bord interne du cartilage, passe sur le bord externe de la corne antérieure.

PLANCHE XXXIV.

Fig. 11. — Larynx de la Balænoptera musculus vu par sa face dorsale. — *nn*, repli aryténo-épiglottique ouvert pour y montrer la corne antérieure de l'aryténoïde. — *r*, insertion des cornes du thyroïde sur le cricoïde.

Fig. 12. — Épiglotte de la Balænoptera musculus.

Fig. 13. — Face dorsale du cricoïde et de la trachée de la Balænoptera Sibbaldii. — *b*, bronche supplémentaire.

Fig. 14. — Larynx du même individu vu par sa face ventrale.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME DIX-HUITIÈME.

CHIMIE ET PHYSIQUE BIOLOGIQUES

EMBRYOGÉNIE — TÉRATOLOGIE

ANATOMIE GÉNÉRALE ET COMPARÉE

PHYSIOLOGIE

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUES

ZOOLOGIE

TABLE DES AUTEURS

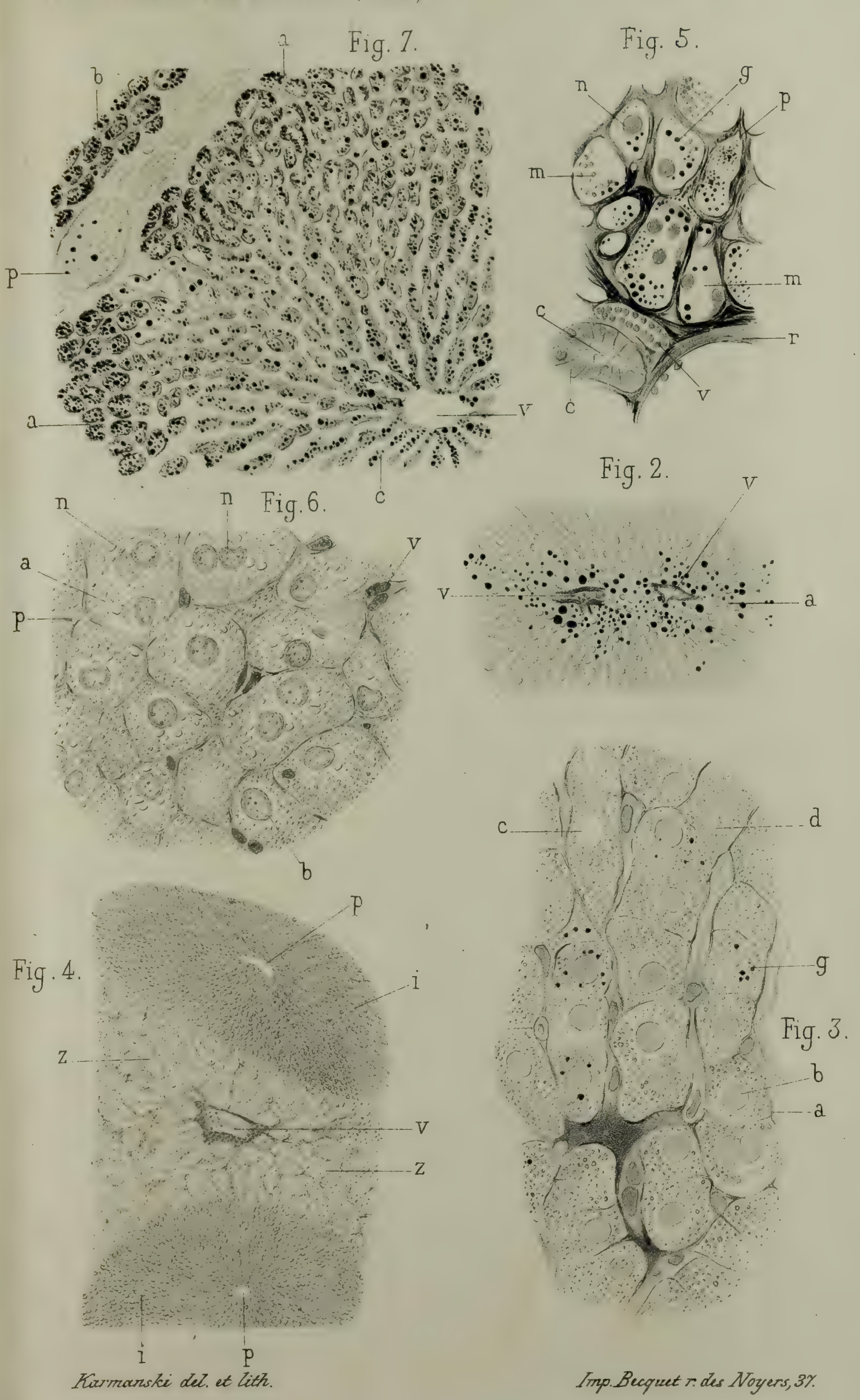
TABLE DES PLANCHES

FIN DE LA TABLE DES PLANCHES DU TOME DIX-HUITIÈME.

Le propriétaire-gérant,

GERMER BAILLÈRE.

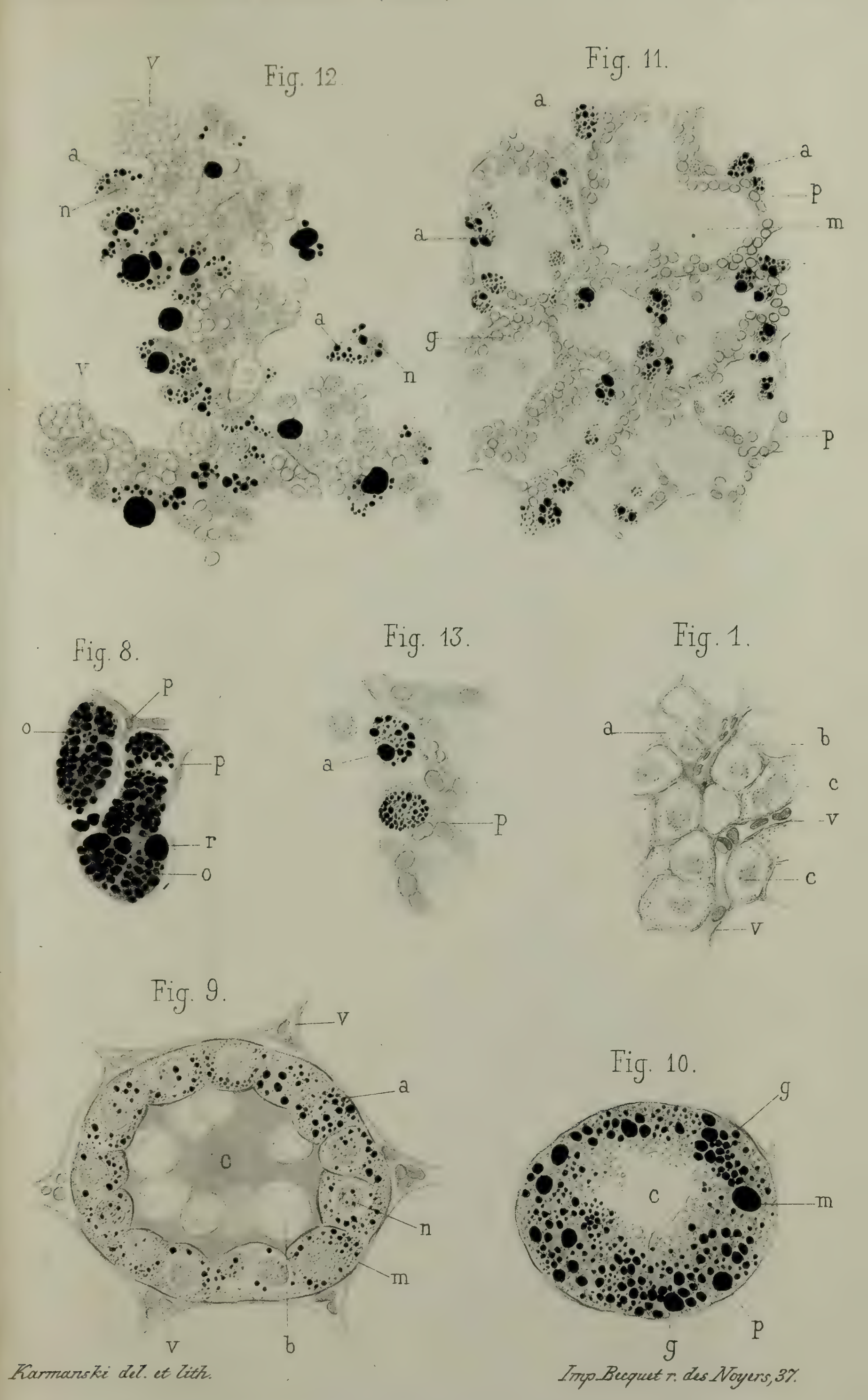
Saint-Denis. — Imprimerie de CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.



Karmanski del. et lith. *Imp. Becquet r. des Noyers, 37.*

Empoisonnement par le phosphore et par l'arsenic.

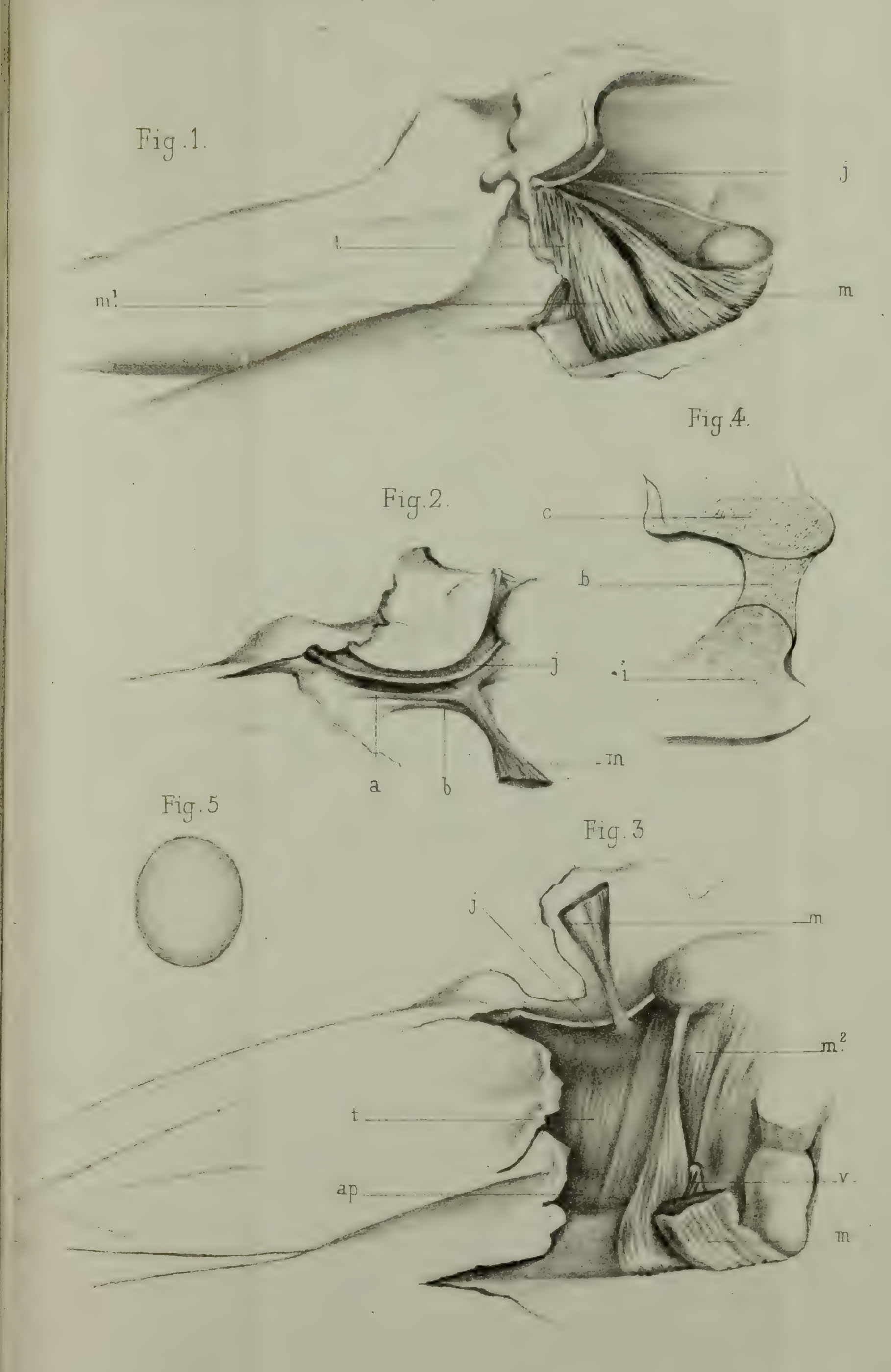
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Karmanski del. et lith. *Imp. Becquet r. des Noyers, 37.*

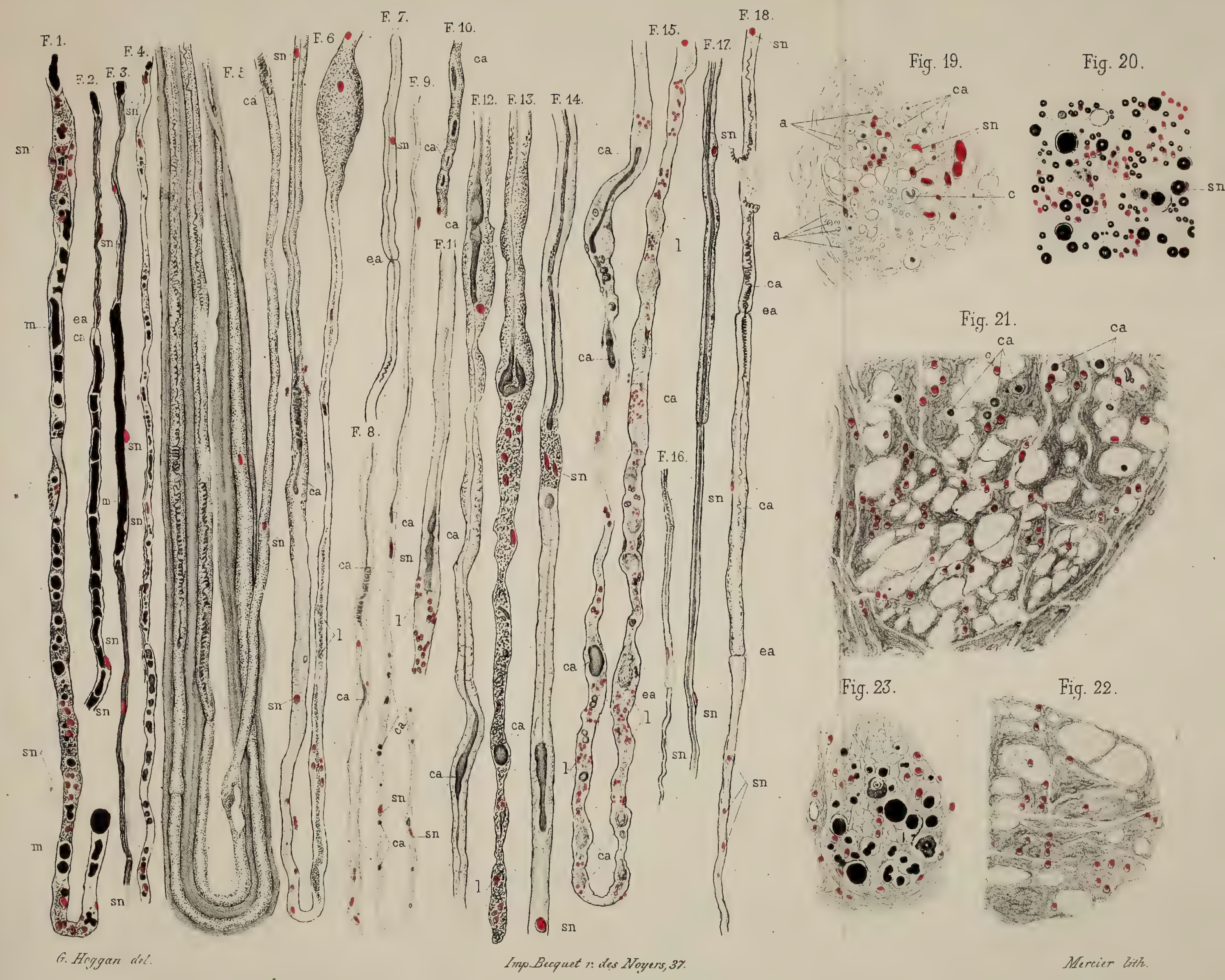
Empoisonnement par le phosphore et par l'arsenic.

Germer Baillière & C.ie Libraires à Paris.



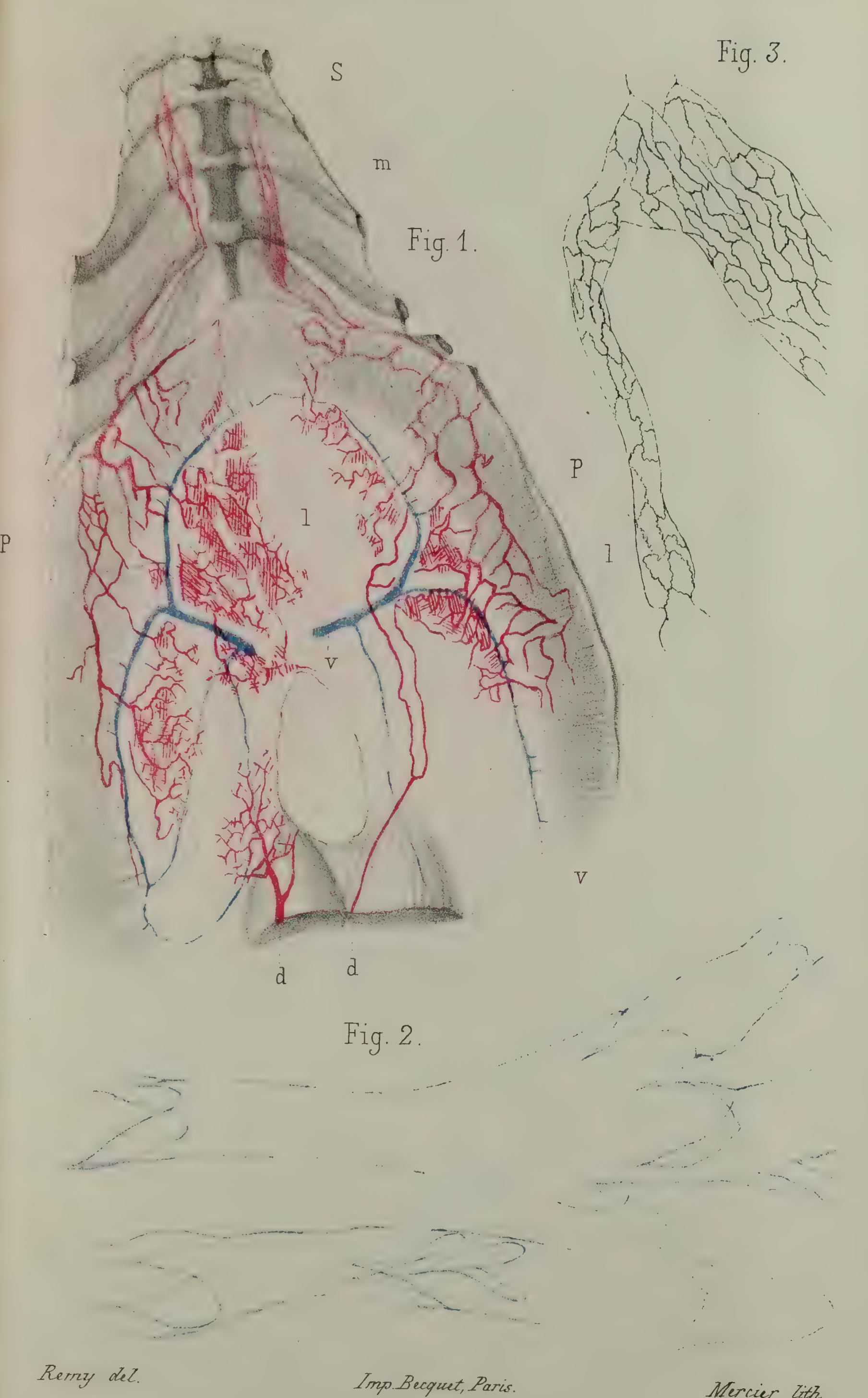
H. Beauregard del.   IMP. BECQUET PARIS.   G. Mercier lith.

Germer-Baillière et Cie Libraires à Paris



De la dégénération et de la régénération du cylindre axe.

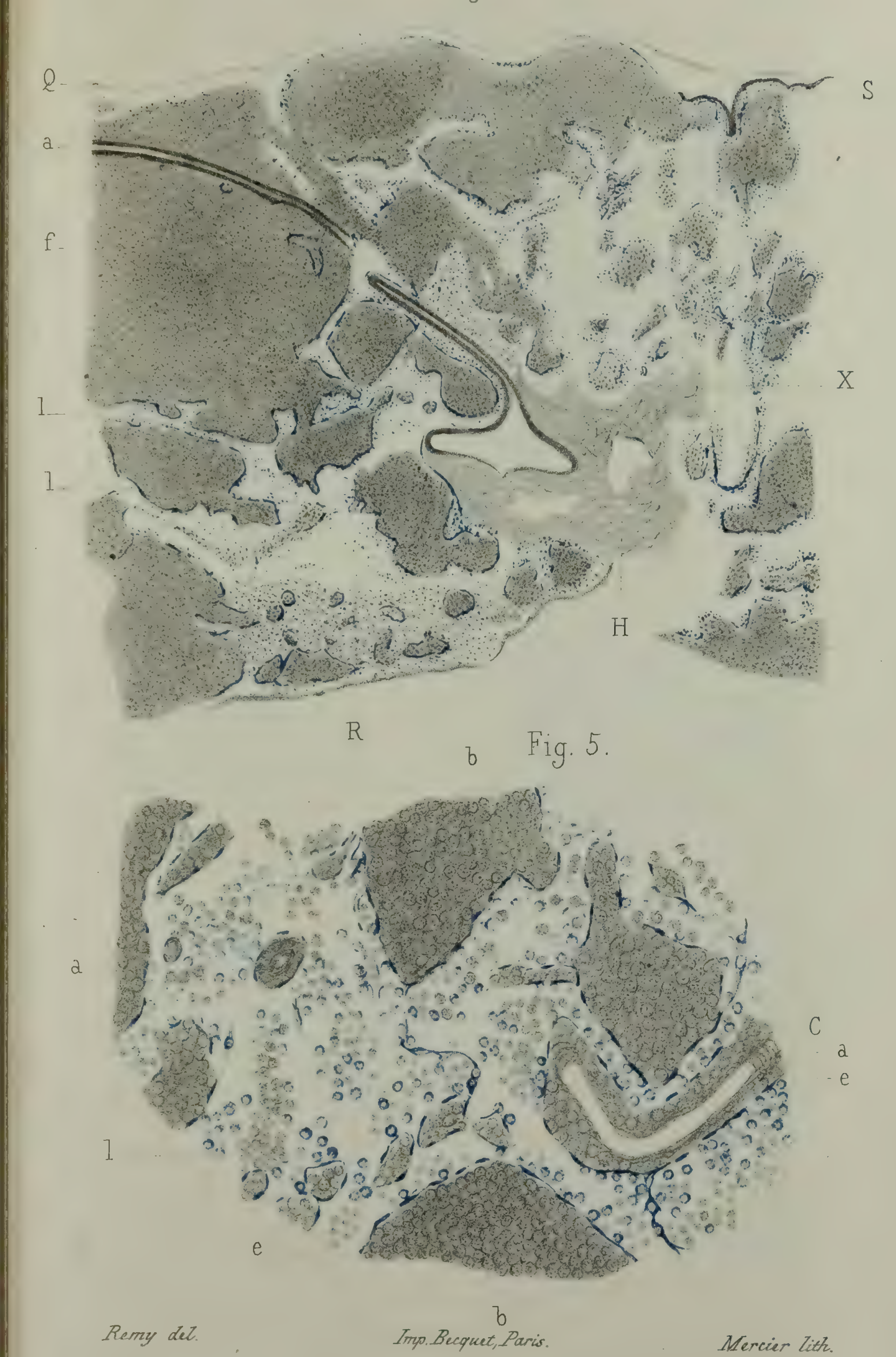
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Remy del.　　Imp. Becquet, Paris.　　Mercier lith.

Absorption du péritoine.

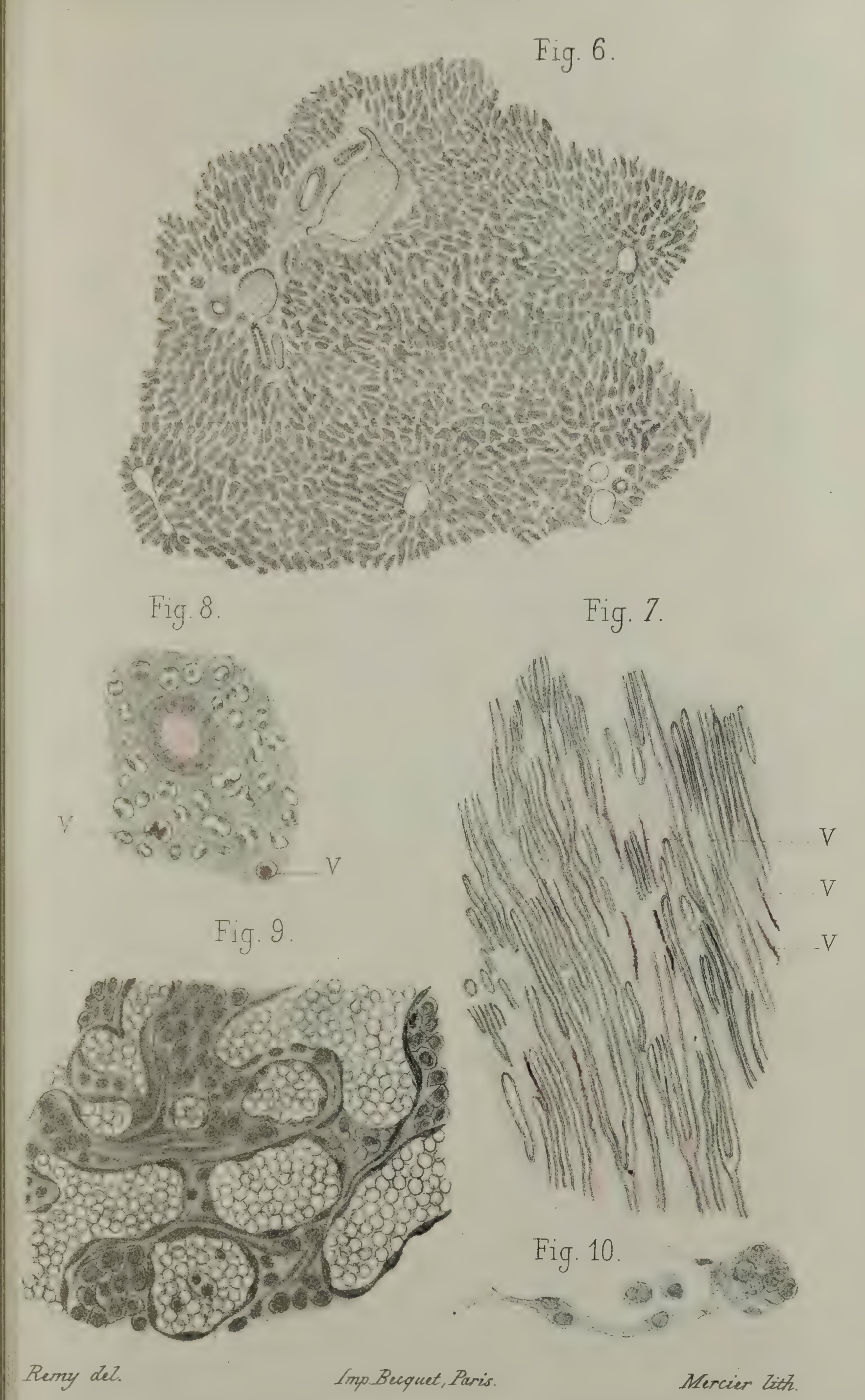
Germer Baillière & Cie. Libraires à Paris.



Remy del. Imp. Becquet, Paris. Mercier lith.

Absorption du péritoine.

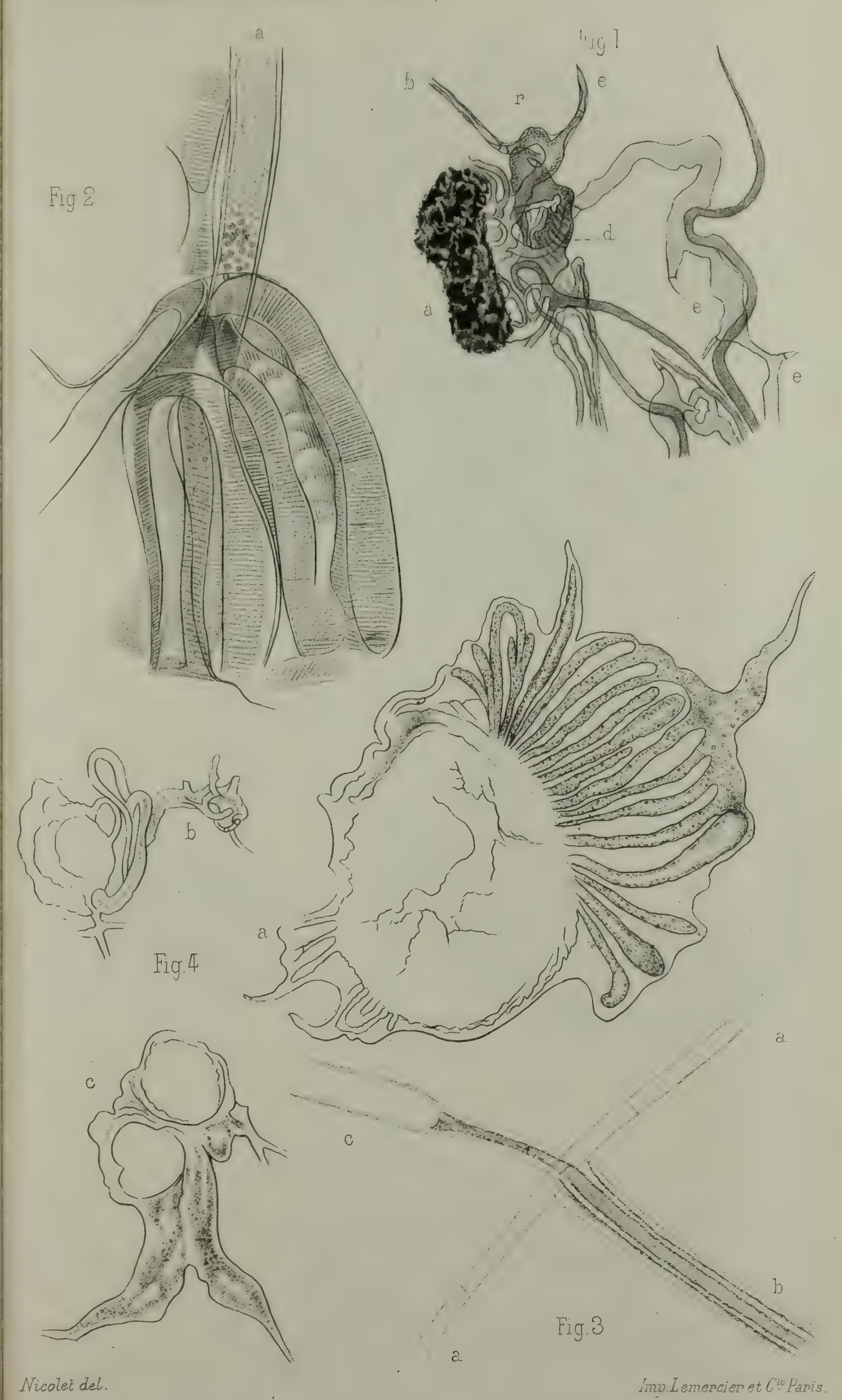
Germer Baillière & C.ie Libraires à Paris.



Remy del. *Imp. Becquet, Paris.* *Mercier lith.*

Absorption du péritoine.

Germer Baillière & C[ie] Libraires à Paris.

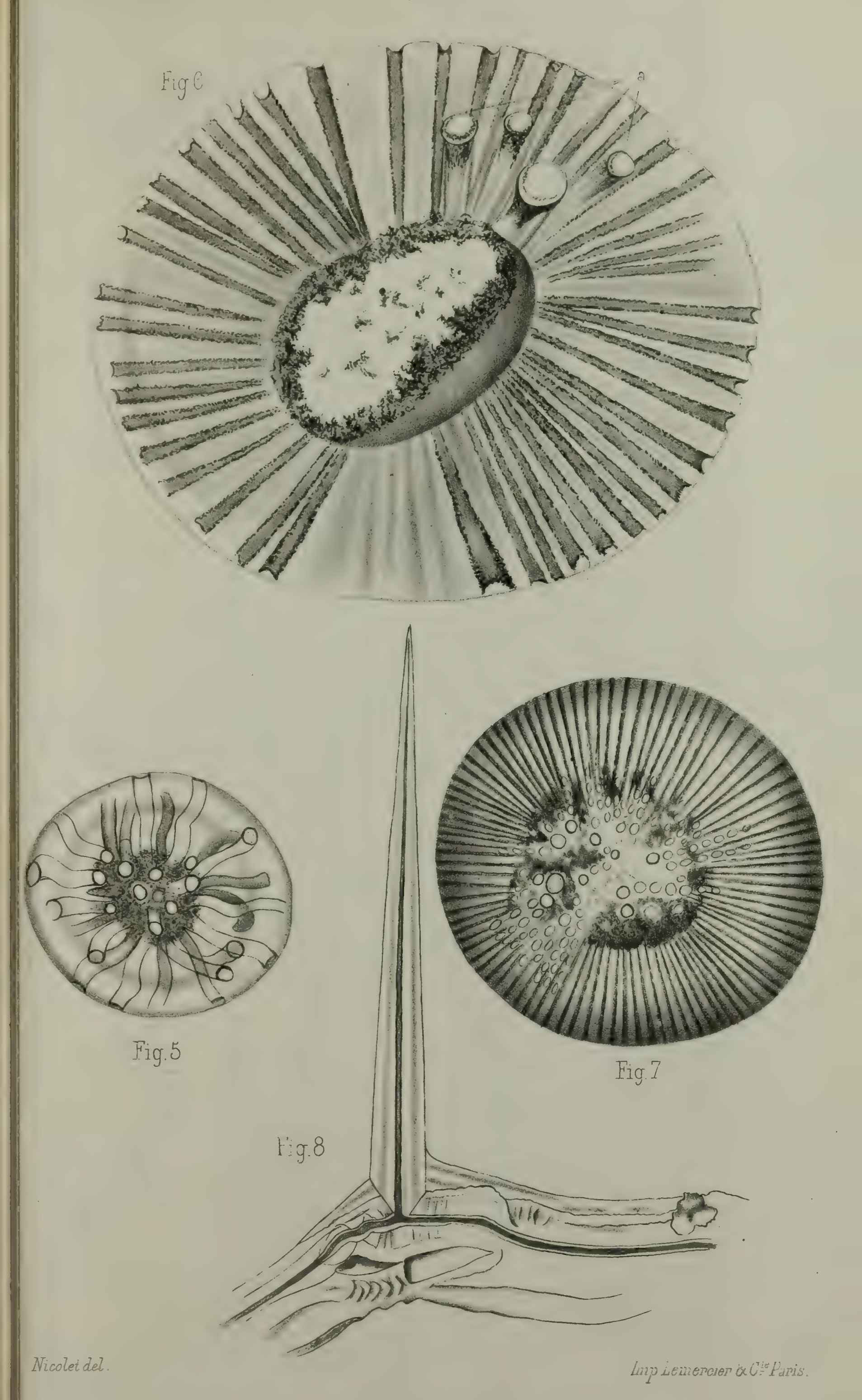


Nicolet del.

Imp. Lemercier et Cie Paris.

Formation artificielle des éléments

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris

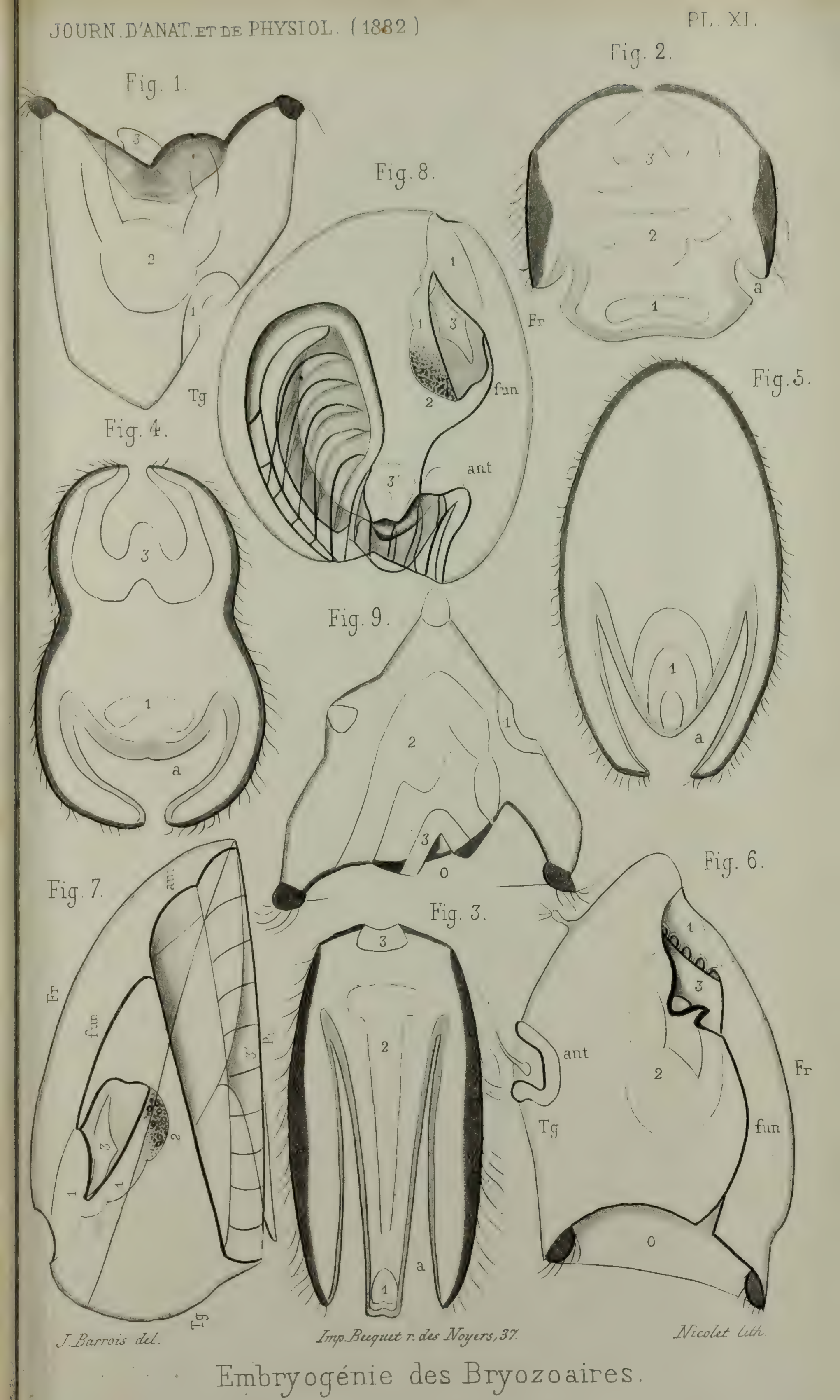


Nicolet del.

Imp. Lemercier & Cie Paris.

Formation artificielle des éléments

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris



J. Barrois del. — Imp. Becquet r. des Noyers, 37. — Nicolet lith.

Embryogénie des Bryozoaires.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

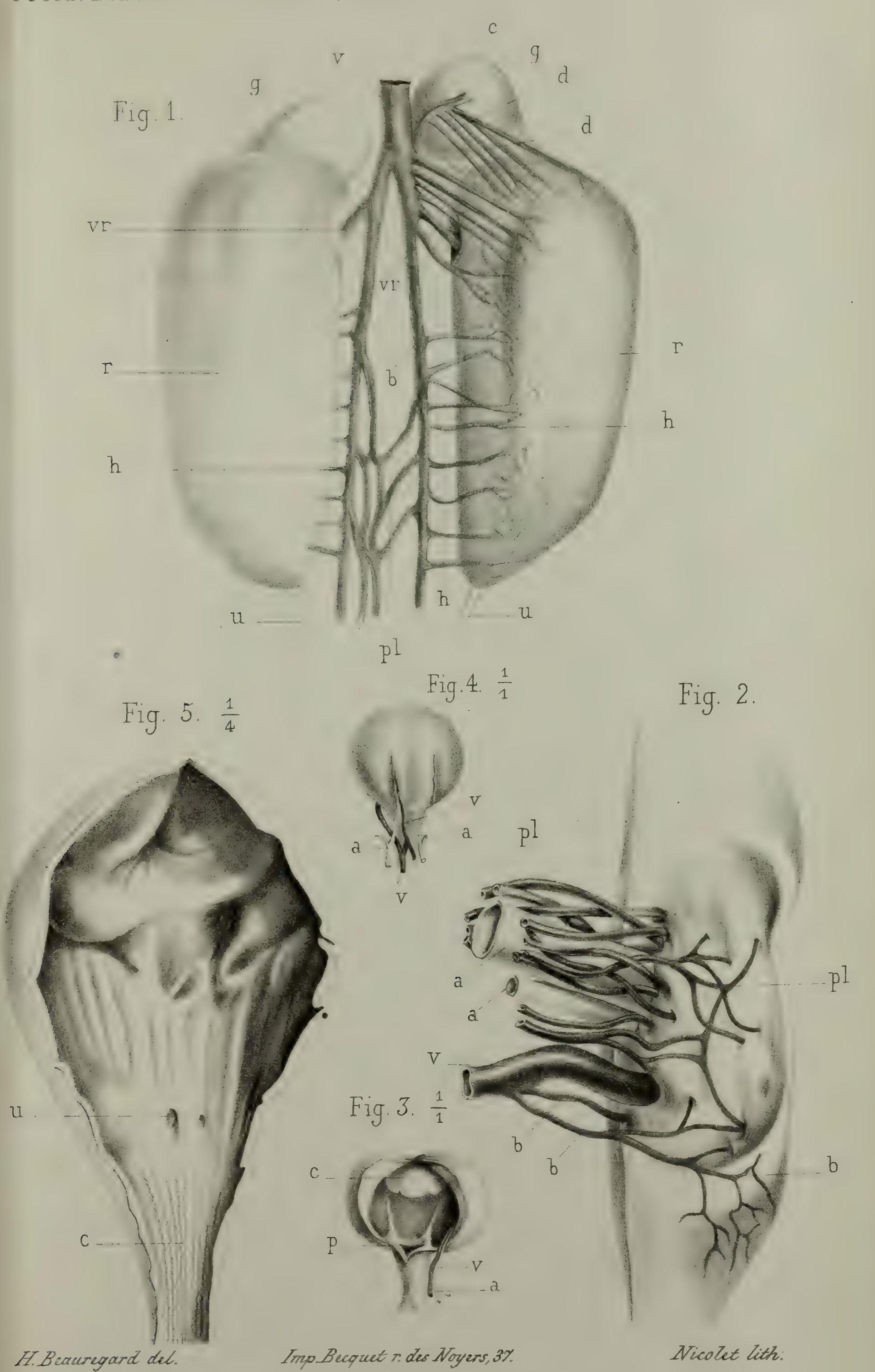
Fig. 1. $\frac{1}{5}$



H. Beauregard del. *Imp. Becquet r. des Noyers, 37.* *Nicolet lith.*

Rein du Baloenoptera musculus.

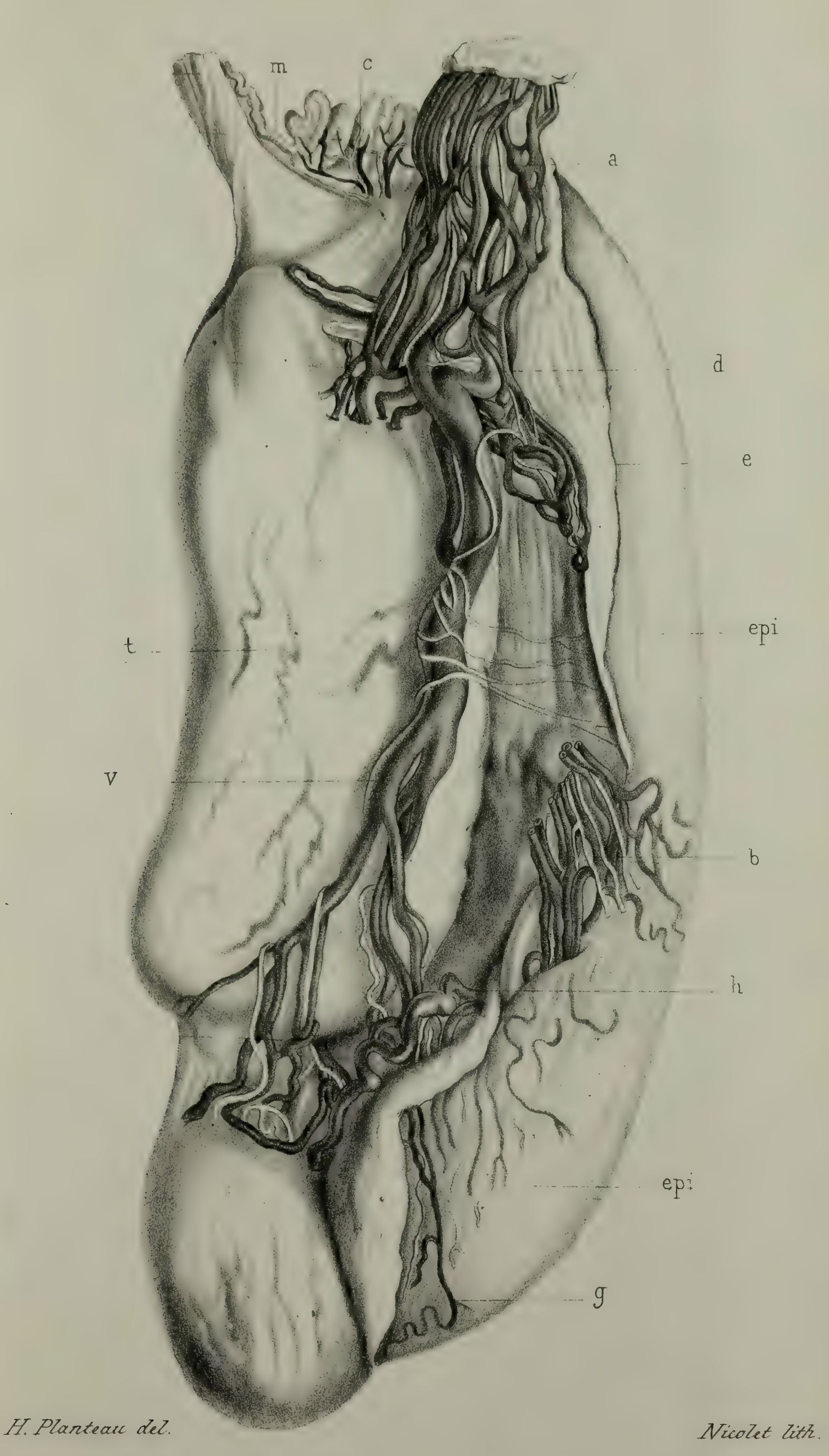
Germer Baillière & C.ie Libraires à Paris.



H. Beauregard del. *Imp. Becquet r. des Noyers, 37.* *Nicolet lith.*

Rein et vessie des Baloenoptères.

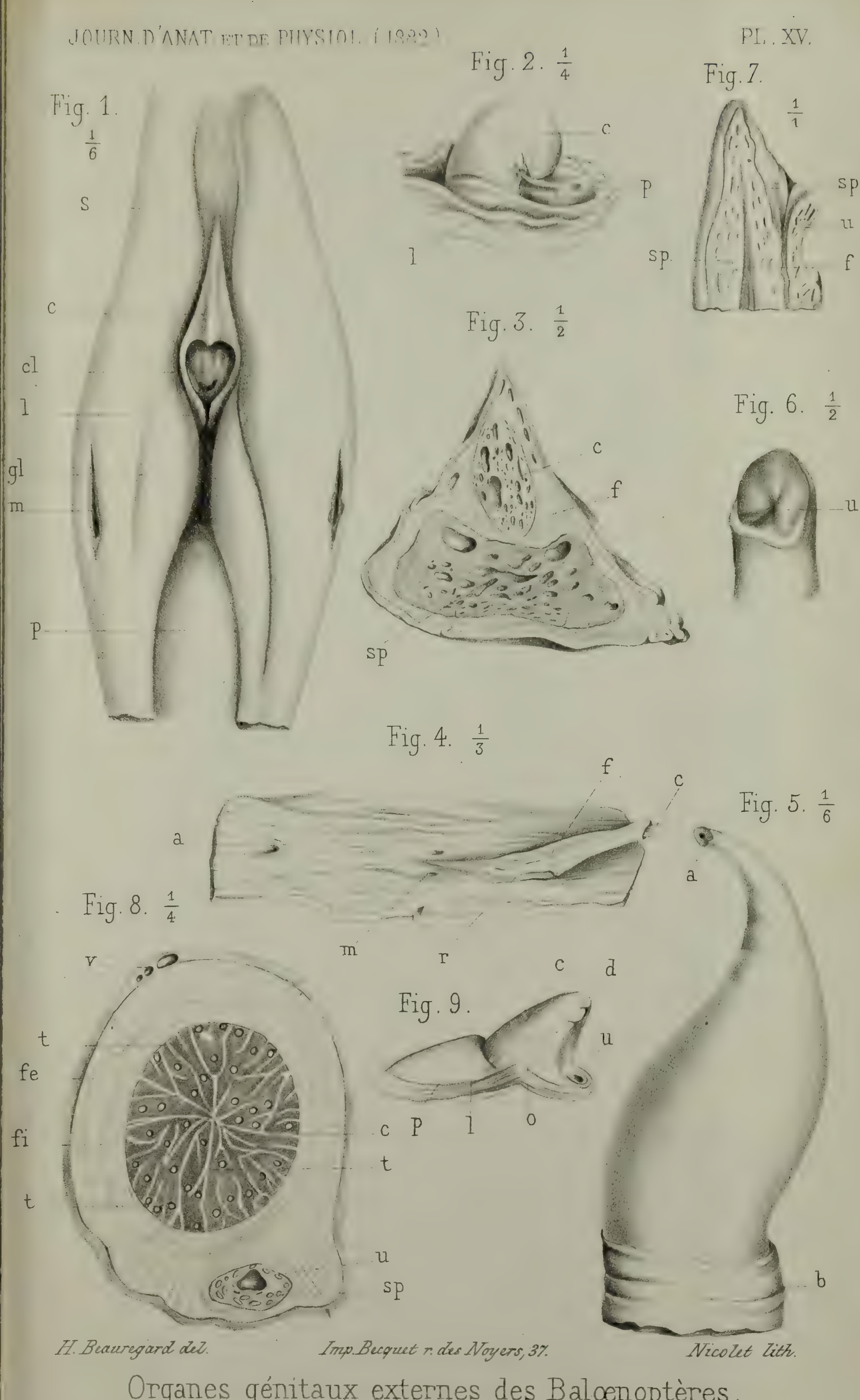
Germer Baillière & C.ie Libraires à Paris.



H. Planteau del. *Nicolet lith.*

Testicule du Balœnoptera Sibbaldii.

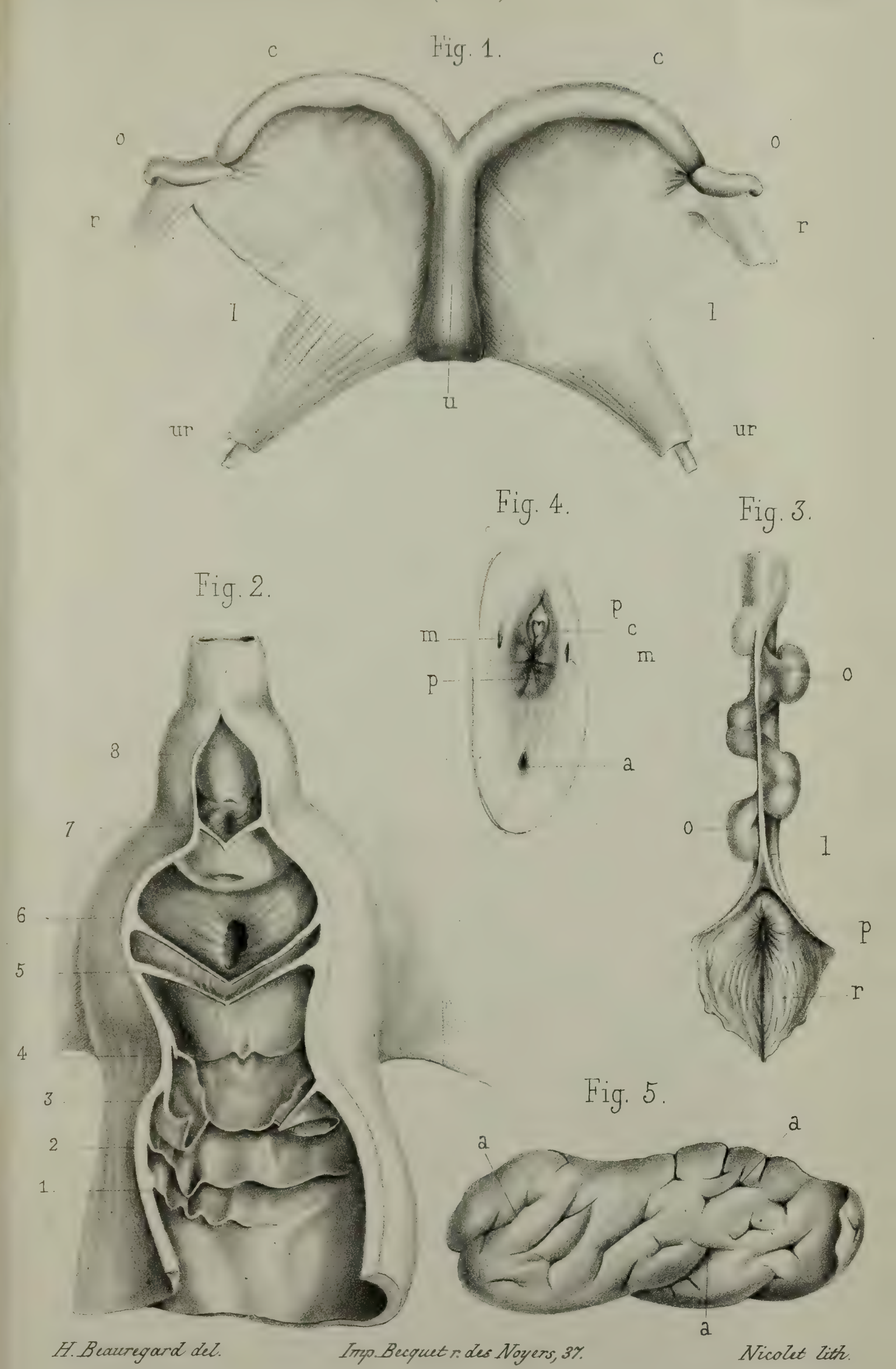
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



H. Beauregard del. *Imp. Becquet r. des Noyers, 37.* *Nicolet lith.*

Organes génitaux externes des Balœnoptères.

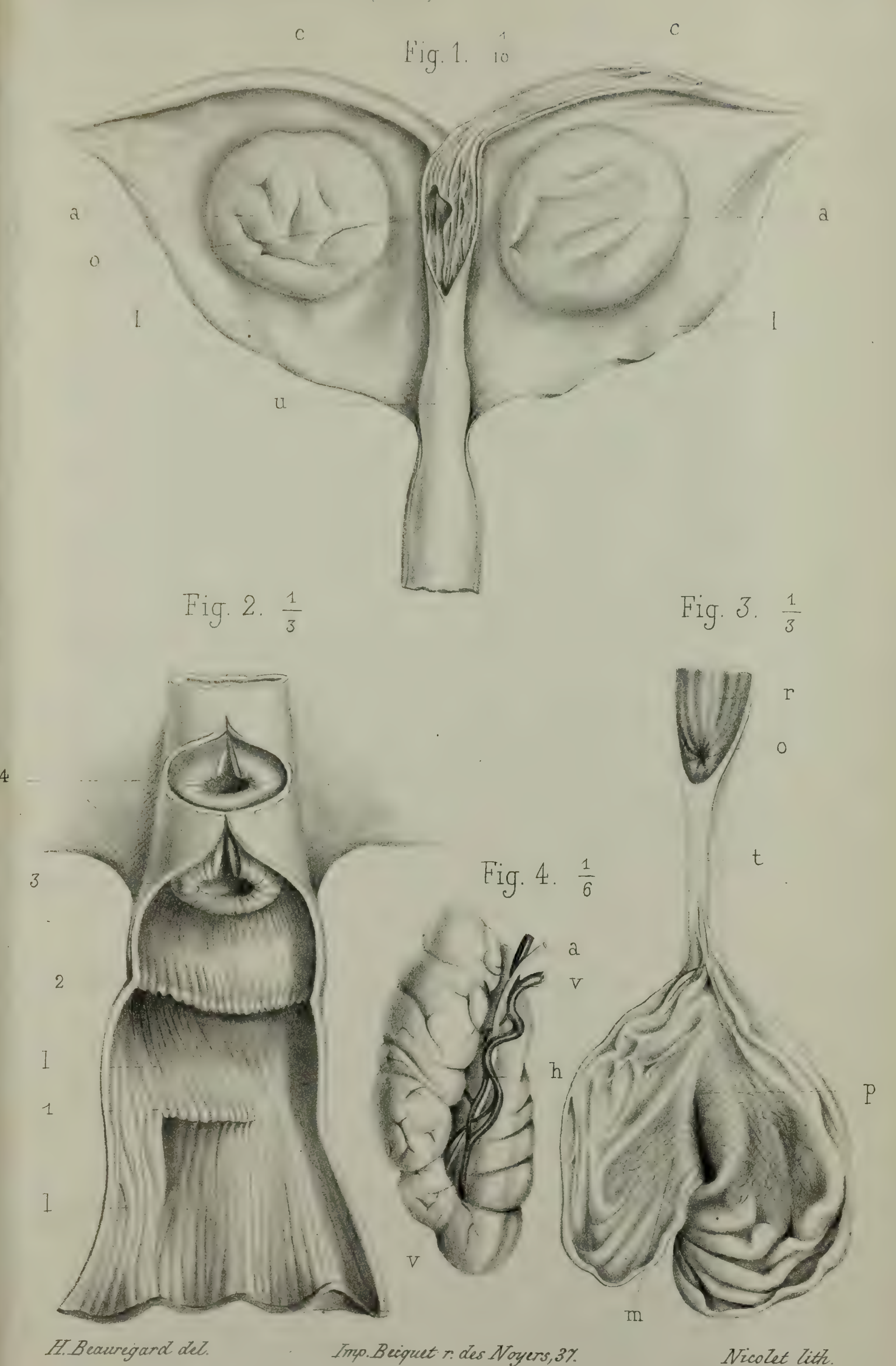
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



H. Beauregard del. Imp. Becquet r. des Noyers, 37. Nicolet lith.

Organes femelles du Balœnoptera Sibbaldii.

Germer Baillière & Cie. Libraires à Paris.



H. Beauregard del. *Imp. Becquet r. des Noyers, 37.* *Nicolet lith.*

Organes femelles du Balœnoptera musculus.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1. 1/4

Fig. 2. 1/4

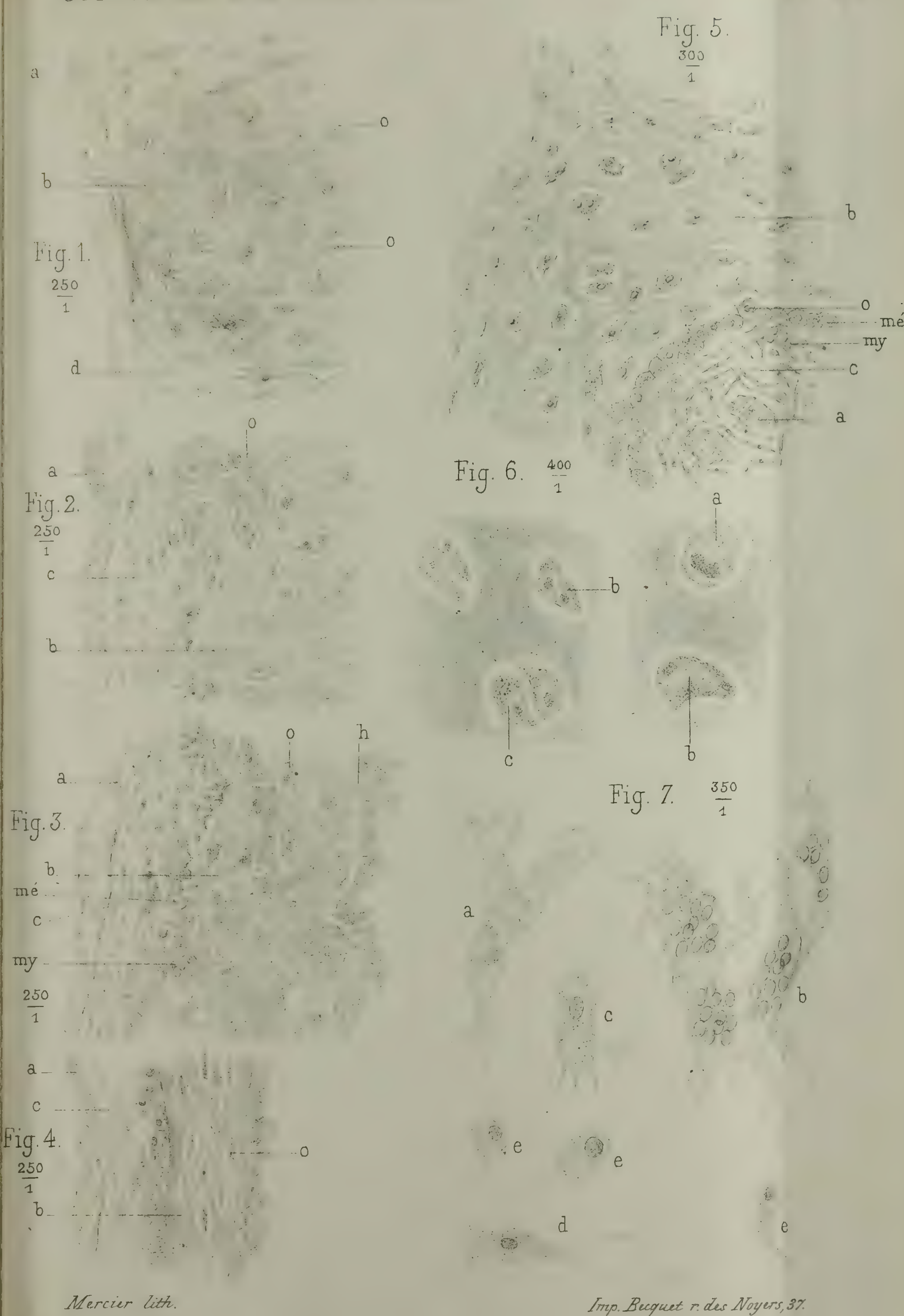
Fig. 3. 1/4

Fig. 4. 1/4

H. Beauregard del. *Imp. Becquet r. des Noyers, 37.* *Nicolet lith.*

Membranes fœtales du Bal. Sibbaldii.

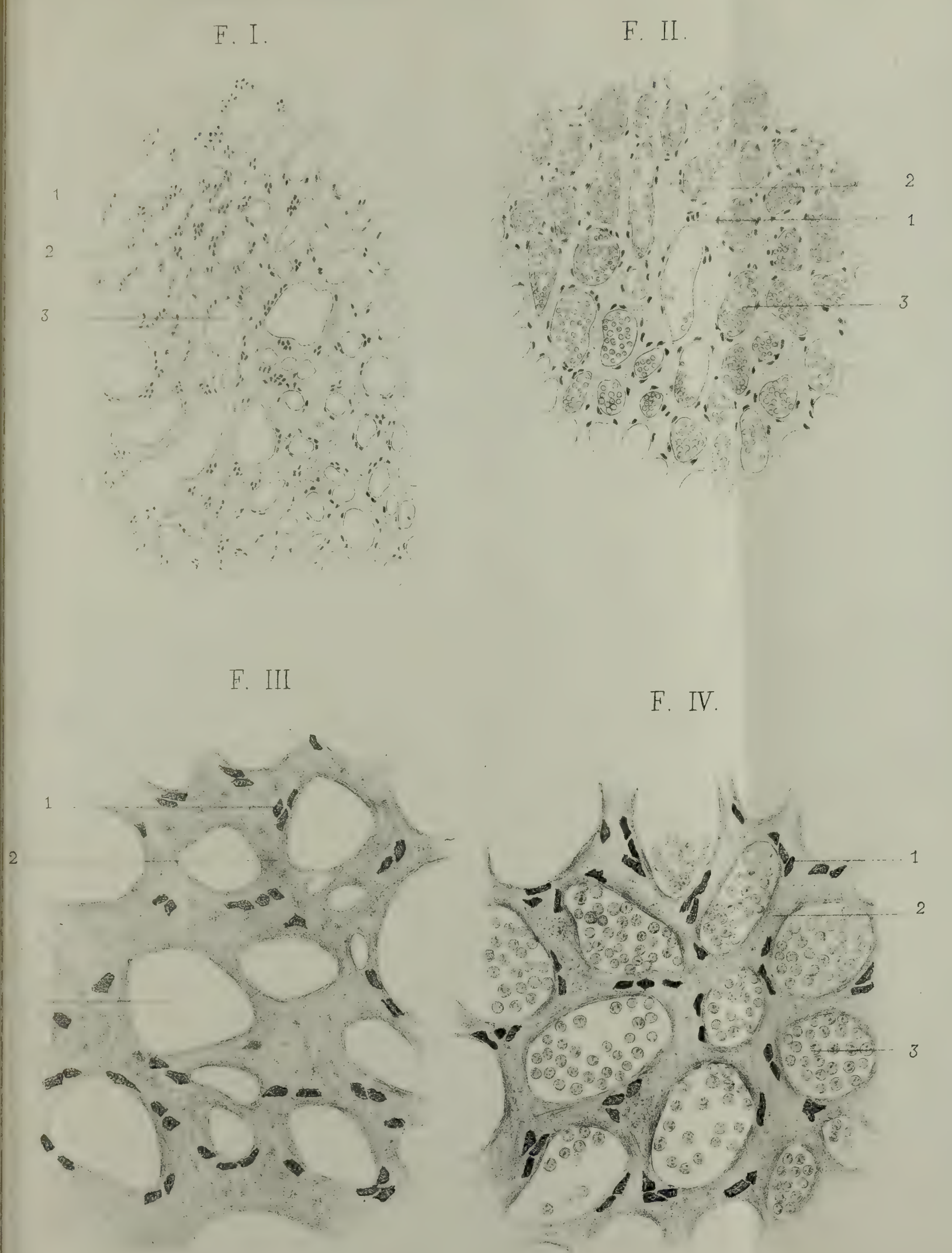
Germer Baillière & C.ie Libraires à Paris.



Mercier lith. Imp. Becquet r. des Noyers, 37.

Génération et régénération de l'os des cornes des ruminants.

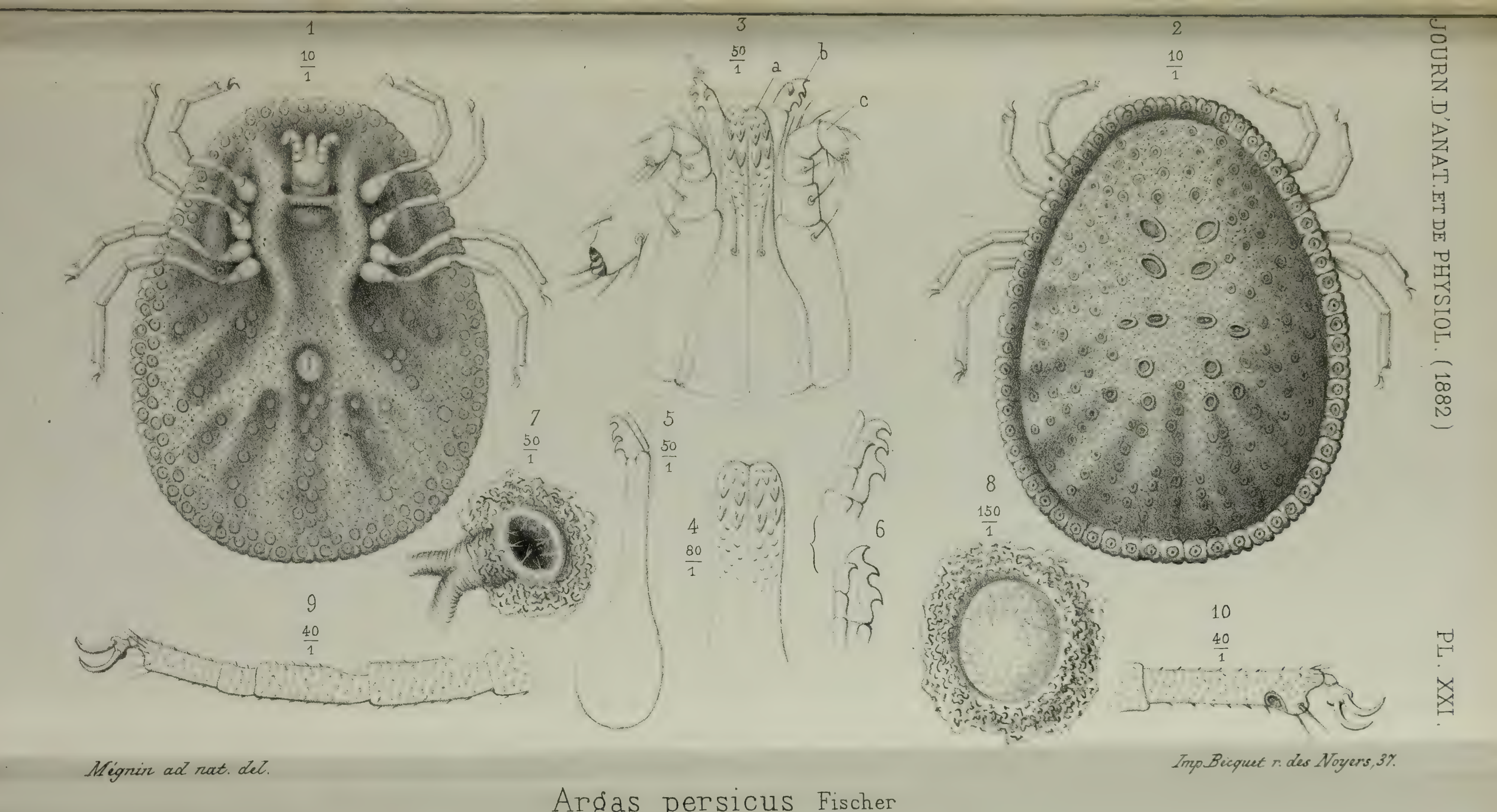
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Mercier del. et lith.

Imp. Becquet r. des Noyers, 37.

Lésions du foie dans la leucocythémie.



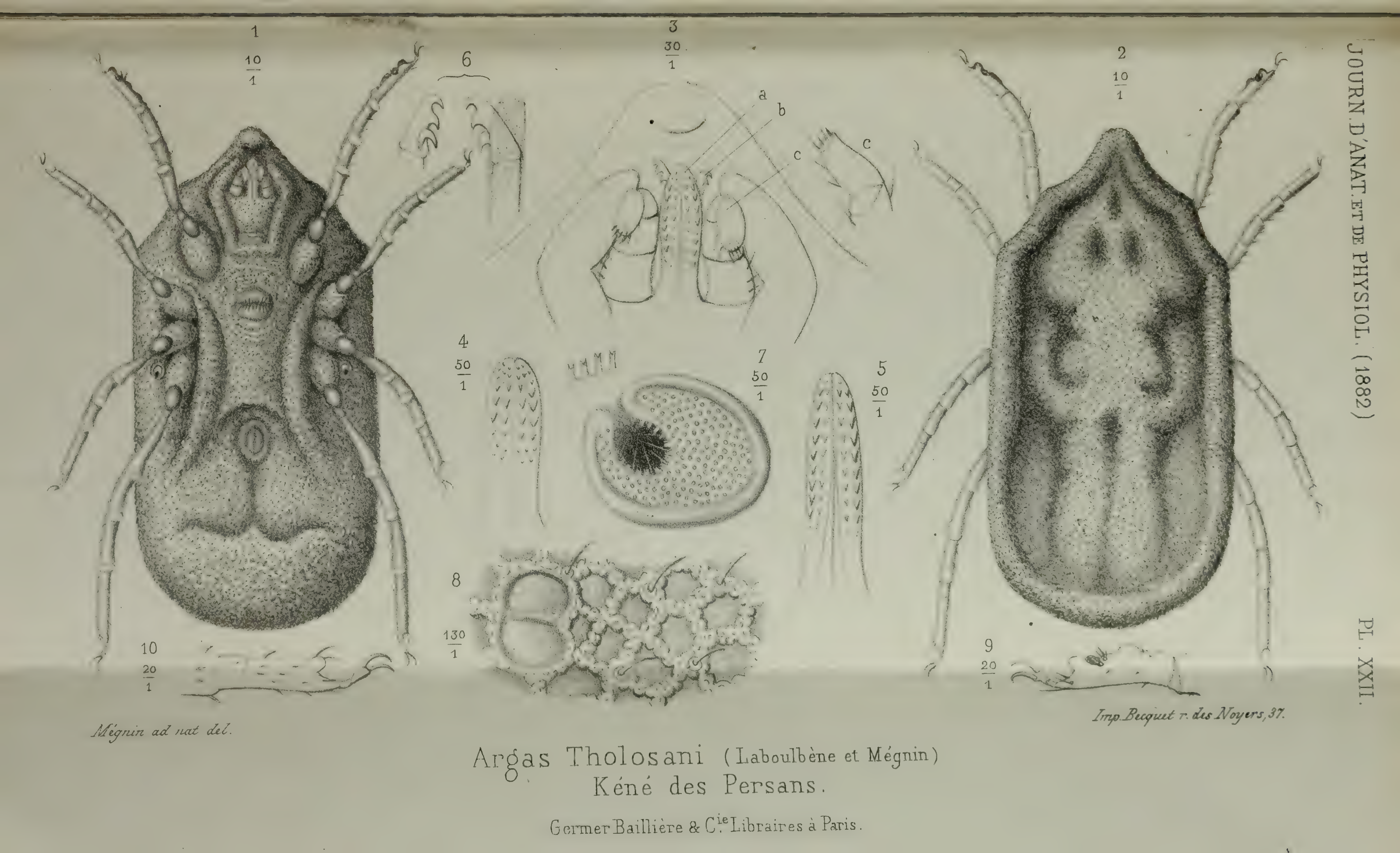
Mégnin ad nat. del.

Imp. Becquet r. des Noyers, 37.

Argas persicus Fischer

Punaise de Miané, Punaise de Chahroud-Bastam, Guerib-Guer.

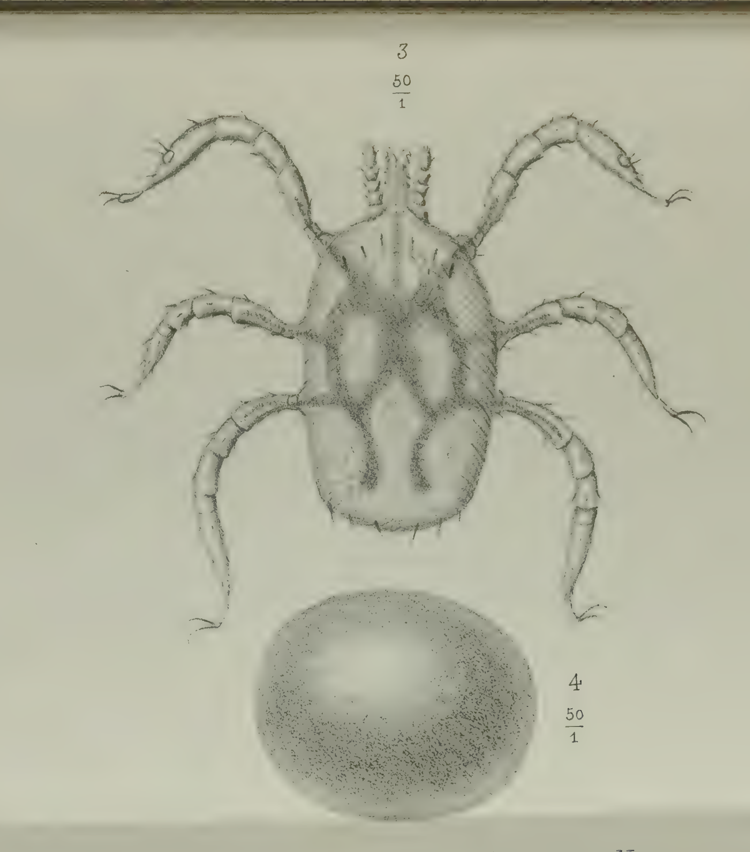
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Argas Tholosani (Laboulbène et Mégnin)
Kéné des Persans.

Germer Baillière & Cie. Libraires à Paris.





Mégnin ad nat. del.

Imp. Becquet r. des Noyers, 37.

Oeufs et larves des Argas persicus et Tholosani.

Germer Baillière & Cie. Libraires à Paris.

Formation des spermatoblastes. _Roussette.

Fig. 1. Fig. 2 bis. Fig. 2.

Fig. 6.

Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 1 bis. Fig. 3.

Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

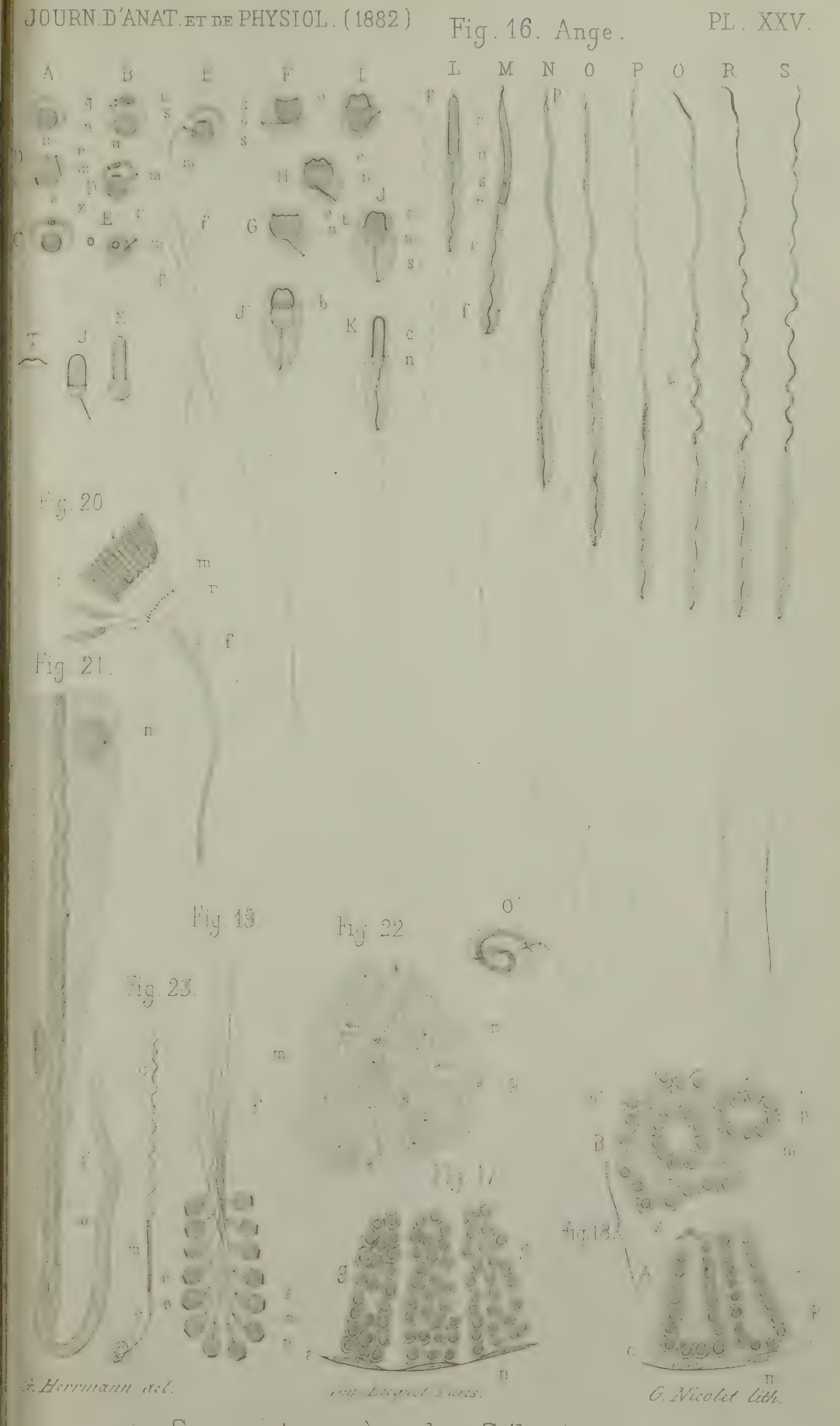
Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12.

Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.

J. Herrmann del. *Imp. Becquet, Paris.* *G. Nicolet lith.*

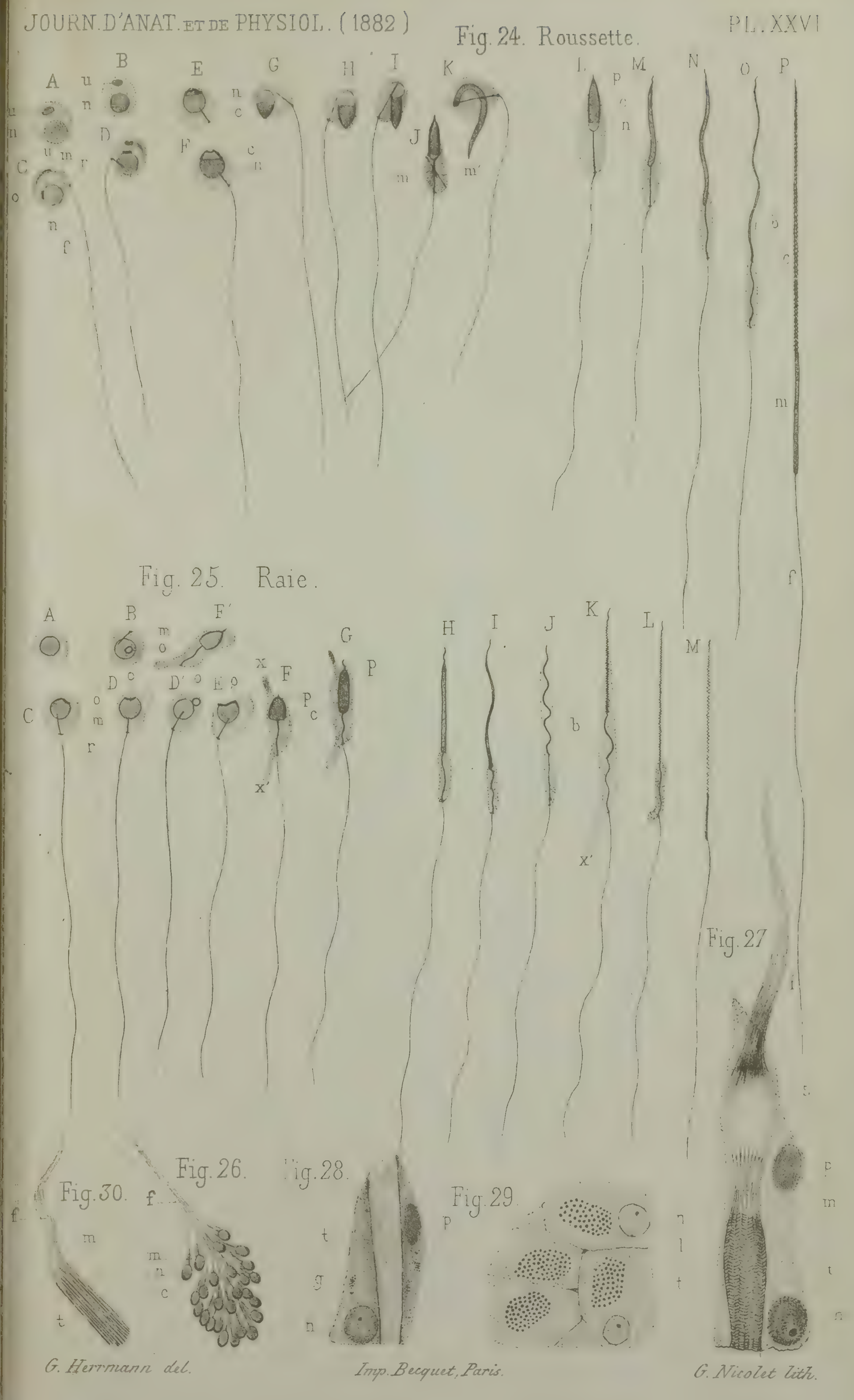
Spermatogenèse des Sélaciens.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Spermatogenèse des Sélaciens.

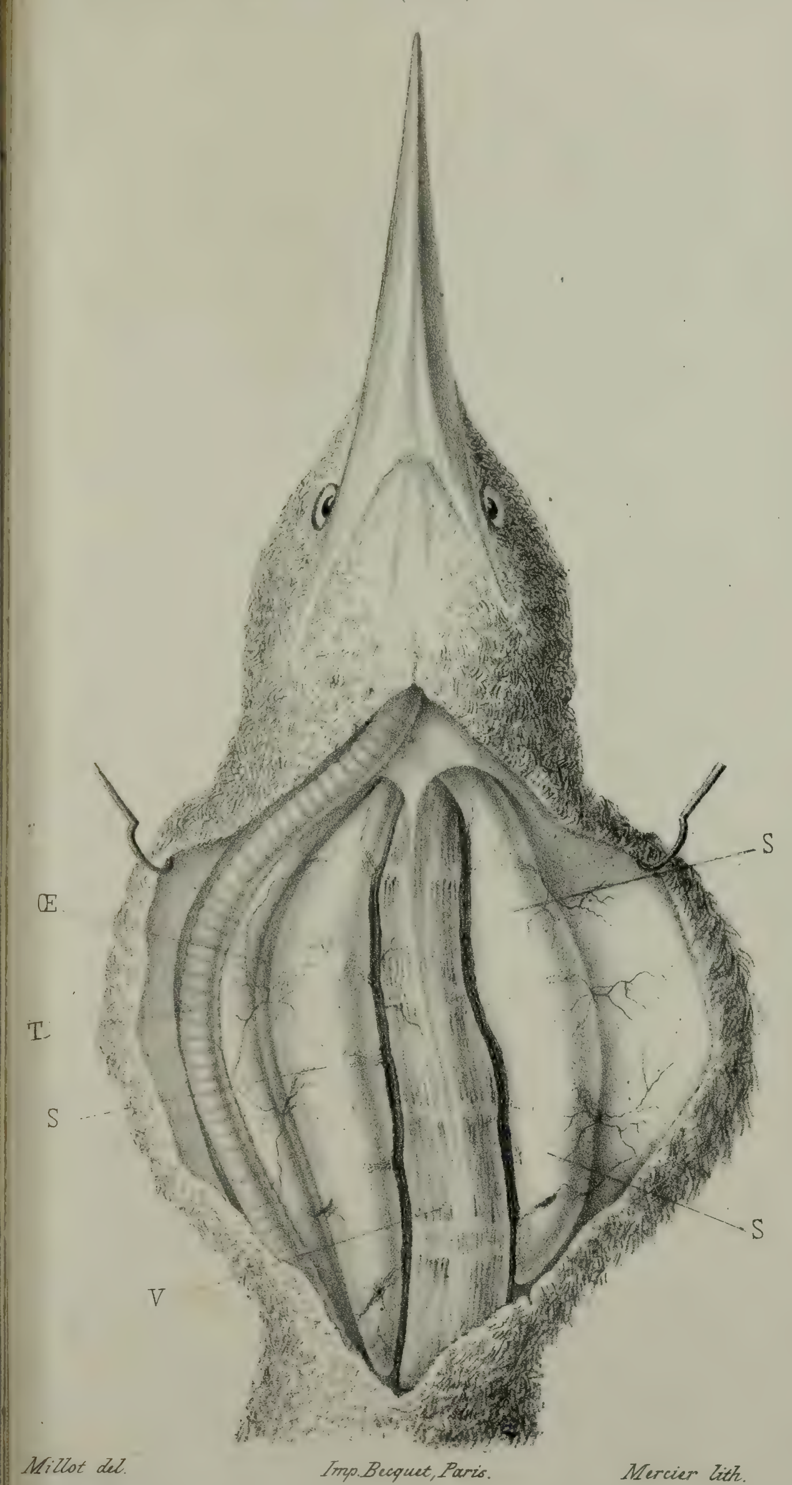
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



G. Herrmann del. *Imp. Becquet, Paris.* *G. Nicolet lith.*

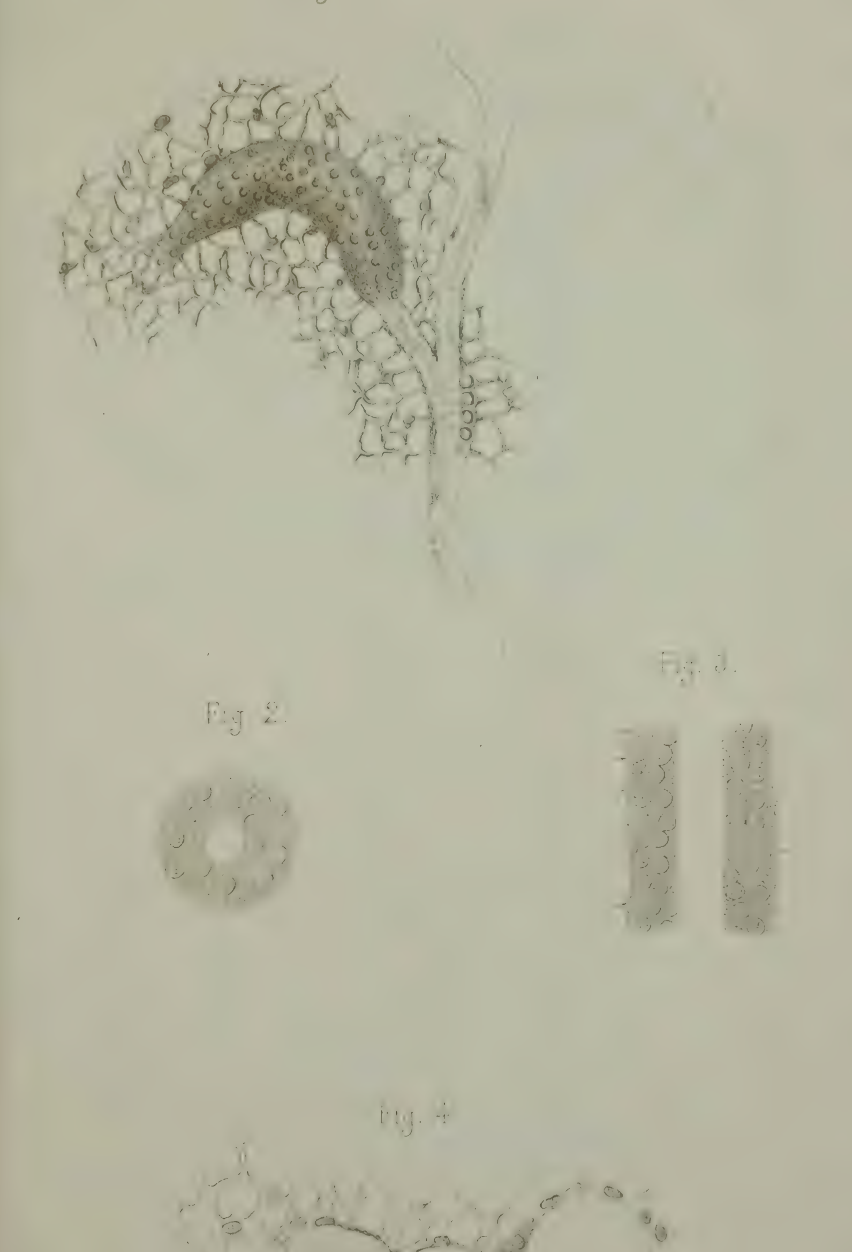
Spermatogenèse des Sélaciens.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Sacs aériens du cou chez le Fou de Bassan.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



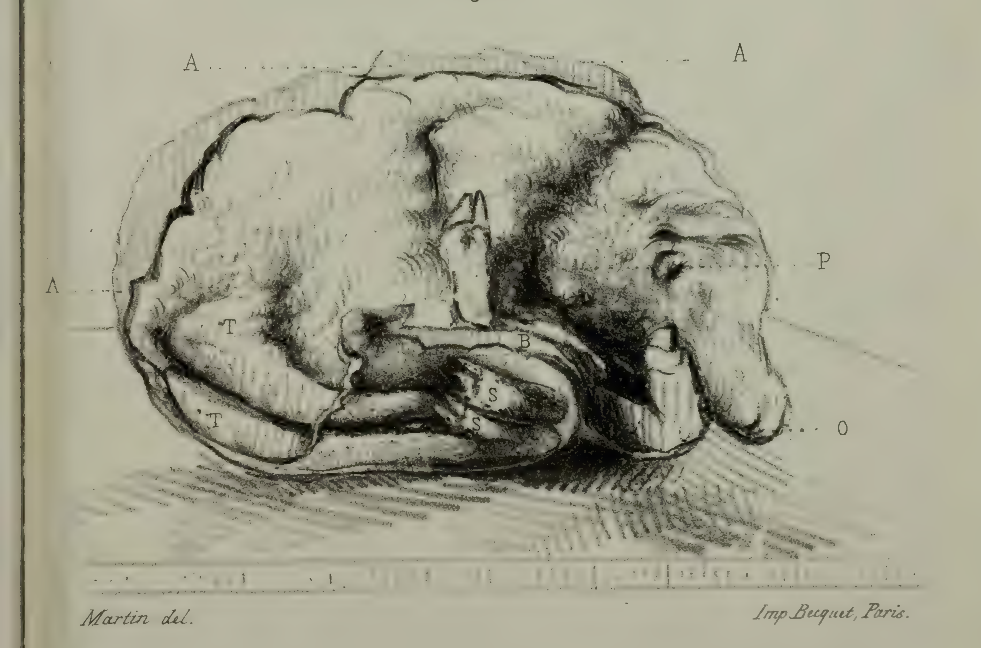
G. Nicolet. lith. Imp. Becquet, Paris.

Terminaisons vasculaires dans la rate
de Scyllium catulus Cuv.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

Fig. 2.

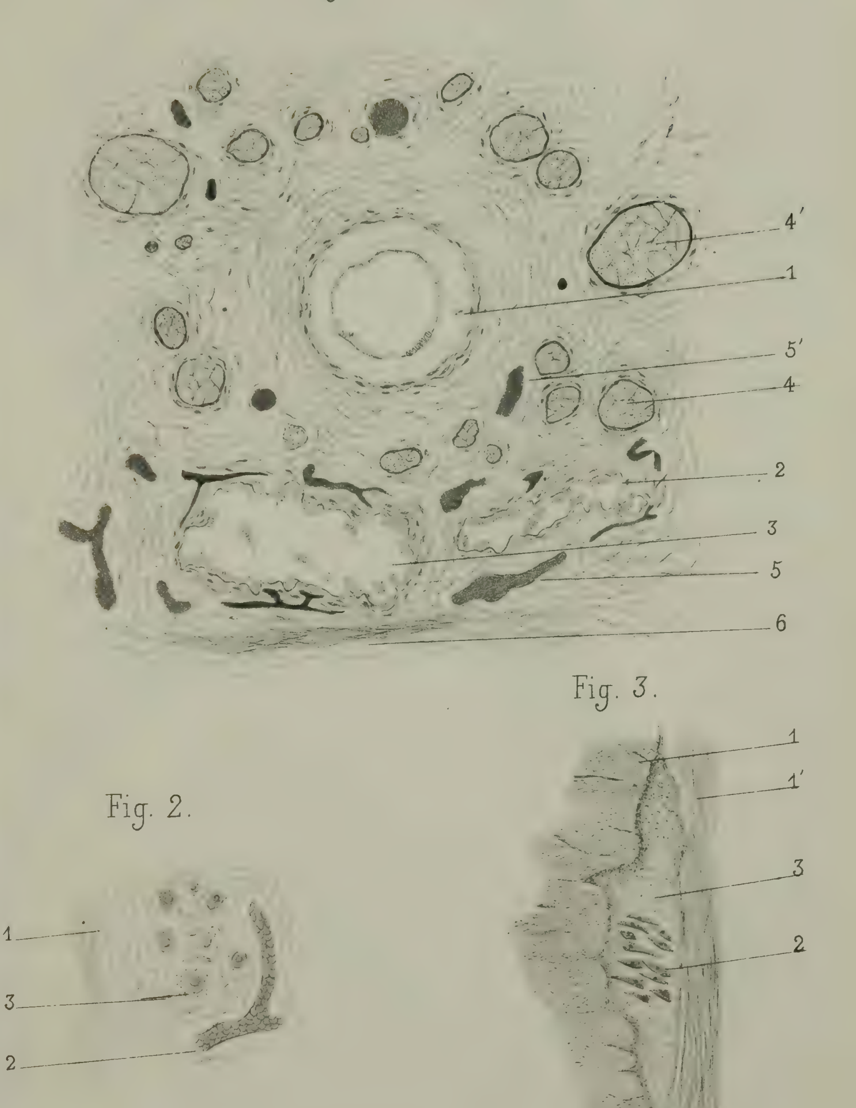


Martin del. *Imp. Becquet, Paris.*

Adhérences de l'Amnios avec le corps de l'Embryon.
Déviation des Membres.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.



Mercier del. *Imp. Becquet, Paris.*

Nerfs des voies biliaires (G. Variot.)

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

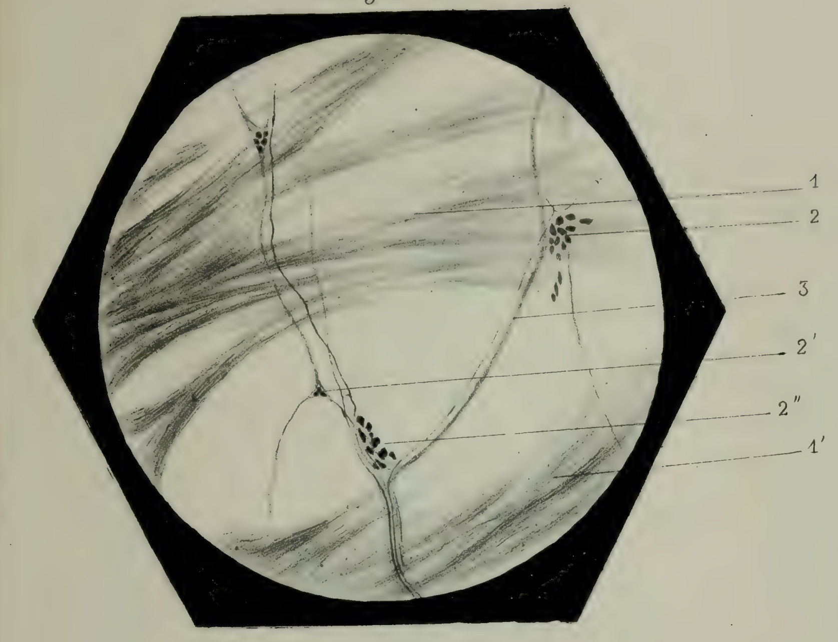


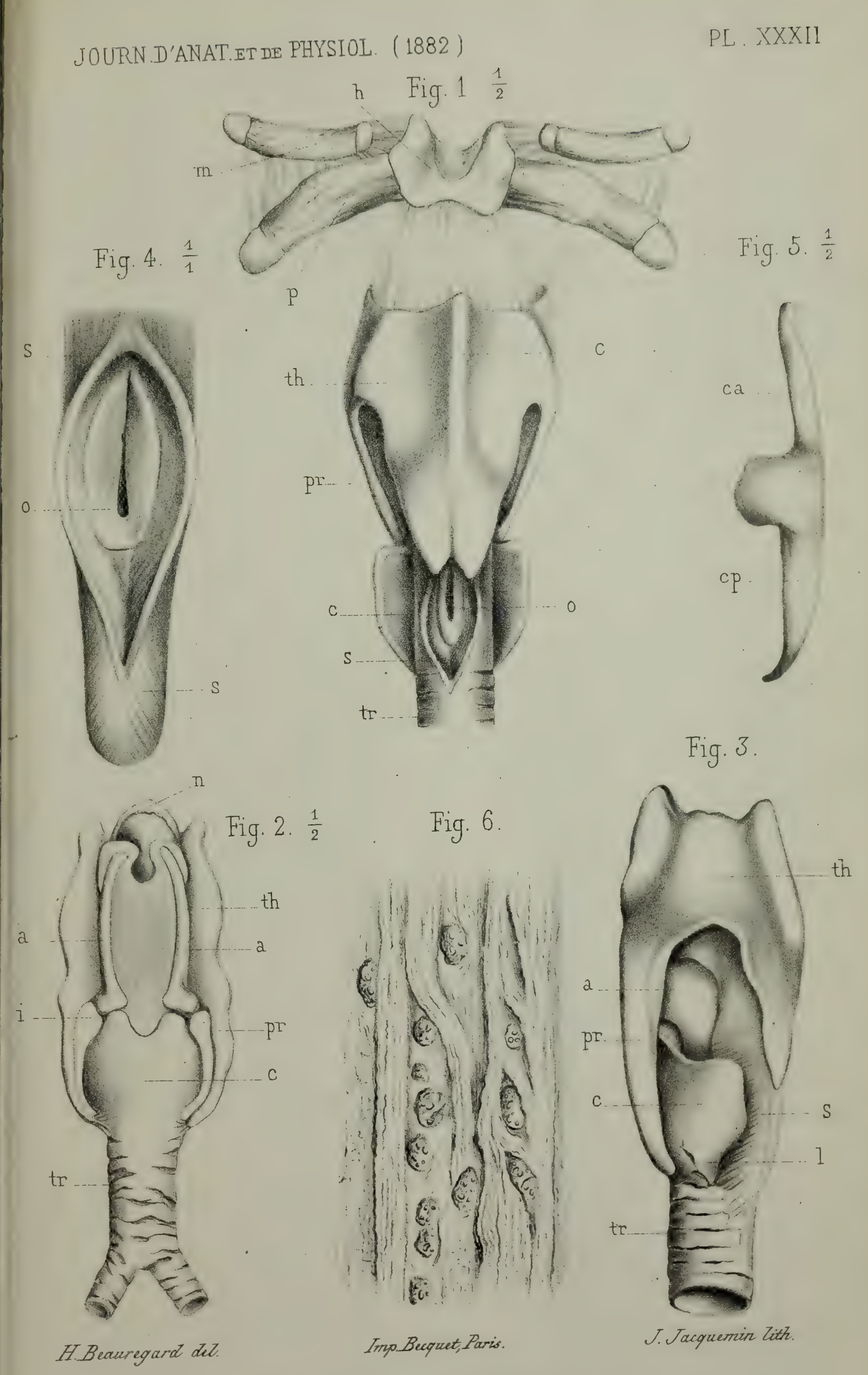
Fig. 2.

1′
2
1
3

Mercier del. *Imp. Becquet, Paris.*

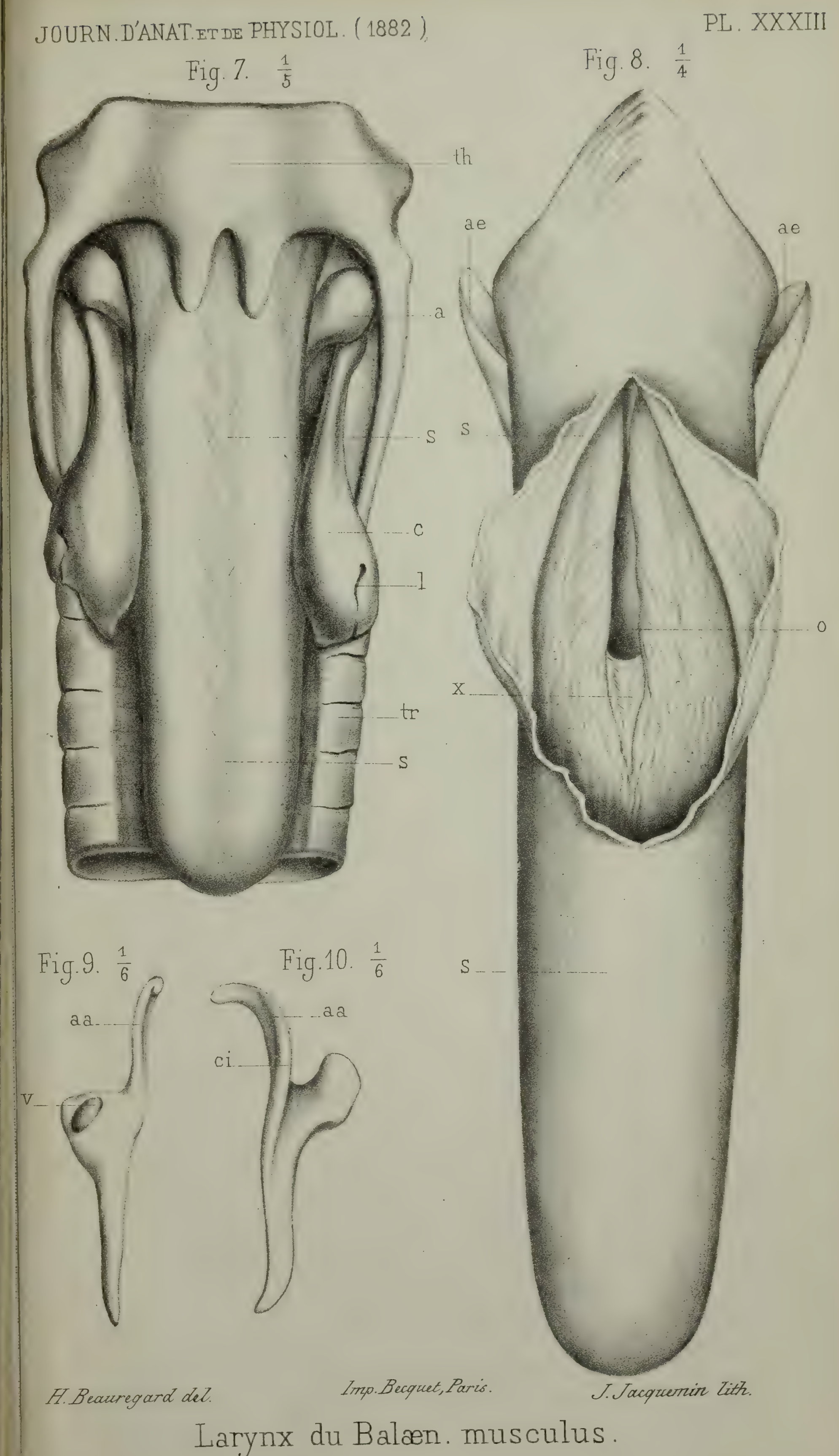
Nerfs des voies biliaires (G. Variot.)

Germer Baillière & Cie. Libraires à Paris.



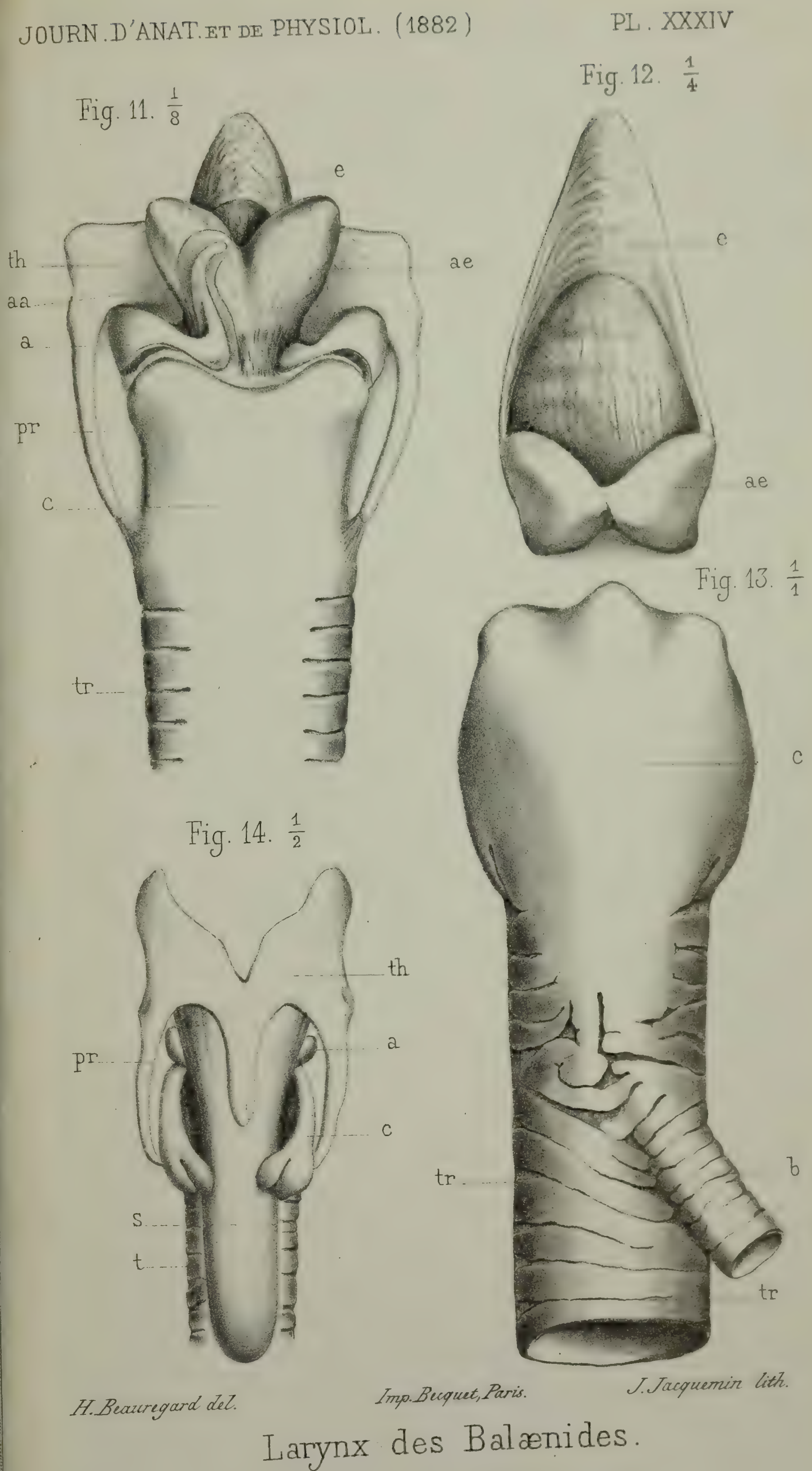
Larynx du Balæna Antipodum.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Larynx du Balæn. musculus.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



H. Beauregard del. Imp. Becquet, Paris. J. Jacquemin lith.

Larynx des Balænides.

Germer Baillière & Cie. Libraires à Paris.

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR MM.
CHARLES ROBIN
MEMBRE DE L'INSTITUT,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine,
ET
G. POUCHET
Professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle.

DIX-HUITIÈME ANNÉE

N° 1. — Janvier-Février.

PARIS
LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108
Au coin de la rue Hautefeuille

1882

Paru le 28 Février.

2

L'HÉRÉDITÉ PSYCHOLOGIQUE

Par Th. RIBOT

Directeur de la *Revue philosophique*

DEUXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE

1 volume in-8 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*. 7 fr. 50

MANUEL

D'HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE

Par CORNIL & RANVIER

DEUXIÈME ÉDITION

TOME I. Volume in-8 cavalier, avec de nombreuses figures dans le texte.

Prix. 14 fr.

DICTIONNAIRE ANNUEL

DES

SCIENCES ET INSTITUTIONS MÉDICALES

Par P. GARNIER

(17e ANNÉE. — 1881)

1 fort volume in-12. . . . . 7 fr.

AVIS

La Librairie Germer Baillière et Cie se charge de fournir *franco* à domicile, à Paris, en province et à l'étranger, tous les livres publiés par les différents éditeurs de Paris, aux prix de catalogue.

TABLE DES MATIÈRES

Le journal a reçu et publiera dans ses prochaines livraisons, les travaux suivants :

MONNIER ET VOGT. — Note sur la fabrication artificielle des formes des éléments organiques.
J. BARROIS. — Embryogénie des bryozoaires, essai d'une théorie générale du développemeut, basée sur l'étude de la métamorphose.
H. BEAUREGARD ET BOULART. — Recherches sur les organes génito-urinaires des Balænides.

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro.. 6 fr. »
Un an, pour Paris.. 30 »
— pour les départements et l'étranger....... 33 »

Les abonnements partent du 1er Janvier.

Les treize premières années, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870-71, 1872, 1873, 1874, 1875, 1076 et 1877 sont en vente au prix de 20 fr. l'année, et de 3 fr. 50 la livraison. Les années 1878, 1879, 1880 et 1881, se vendent 30 f., et 6 fr. la livraison.

CE JOURNAL PARAIT TOUS LES DEUX MOIS, ET CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre;
2° L'*analyse* et l'*appréciation* des travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères;
3° Une *revue* des publications qui se font à l'étranger sur la plupart des sujets qu'embrasse le titre de ce recueil.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie GERMER BAILLIÈRE et Cie, 108, boulevard Saint-Germain.

Saint-Denis. — Imprimerie de CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

7514. June 7. 1882.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR MM.

Charles ROBIN

Membre de l'Institut,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine,

ET

G. POUCHET

Professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle.

DIX-HUITIÈME ANNÉE

N° 2. — Mars-Avril.

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

1882

Paru le 30 Avril.

4

CHIMIE INORGANIQUE

ÉLÉMENTAIRE

LEÇONS PROFESSÉES A LA FACULTÉ DE MÉDECINE

Par Édouard GRIMAUX

Agrégé à la Faculté de médecine

Professeur à l'École polytechnique et à l'Institut agronomique, etc.

TROISIÈME ÉDITION

1 volume in-12 avec figures dans le texte. . . . . 5 fr.

DU MÊME AUTEUR :

Chimie organique élémentaire. Leçons professées à la Faculté de médecine. 3e édition. 1 vol. in-18. . . . 5 fr.

DE LA QUADRUPLE RACINE

DU

PRINCIPE DE LA RAISON SUFFISANTE

Par A. SCHOPENHAUER

TRADUIT EN FRANÇAIS POUR LA PREMIÈRE FOIS

Par J.-A. CANTACUZÈNE

1 volume in-8° de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*. . . 5 fr.

HISTOIRE ILLUSTRÉE

DU

SECOND EMPIRE

Par TAXILE DELORD

Ancien membre de l'Assemblée nationale

TOME III, 1 fort vol. grand in-8°, avec 80 figures dans le texte. . . . 8 fr.

Les tomes I et II se vendent chacun séparément, 8 francs.

L'ouvrage complet formera 6 volumes.

La publication par livraisons à 10 cent. (2 fois par semaine) ou par séries de 5 livraisons à 50 cent. tous les 20 jours) continue.

Prix de l'abonnement, pour recevoir *franco* par la poste, par livraisons ou par séries : Un an, 16 fr.; six mois, 8 fr.

TABLE DES MATIÈRES

Le journal a reçu et publiera dans ses prochaines livraisons, les travaux suivants :

ROBIN ET HERRMANN. — Sur la génération et la dégénération de l'os des cornes caduques et persistantes des ruminants.
VARIOT. — Du rôle pathogénique des lésions viscérales et ganglionnaires dans la leucocythémie.
HERRMANN. — Sur la spermatogenèse des Sélaciens.

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro........	6 fr.	»
Un an, pour Paris........	30	»
— pour les départements et l'étranger........	33	»

Les abonnements partent du 1er Janvier.

Les treize premières années, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870-71, 1872, 1873, 1874, 1875, 1076 et 1877 sont en vente au prix de 20 fr. l'année, et de 3 fr. 50 la livraison. Les années 1878, 1879, 1880 et 1881, se vendent 30 f., et 6 fr. la livraison.

CE JOURNAL PARAIT TOUS LES DEUX MOIS, ET CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre;
2° L'*analyse* et l'*appréciation* des travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères;
3° Une *revue* des publications qui se font à l'étranger sur la plupart des sujets qu'embrasse le titre de ce recueil.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la Librairie GERMER BAILLIÈRE et Cie, 108, boulevard Saint-Germain.

Saint-Denis. — Imprimerie de CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

7514, Aug 15, 1882.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR MM.

CHARLES ROBIN

MEMBRE DE L'INSTITUT,

Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,

Membre de l'Académie de médecine,

ET

G. POUCHET

Professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle.

DIX-HUITIÈME ANNÉE

N° 3. — Mai-Juin.

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

1882

Paru le 25 Juin.

TABLE DES MATIÈRES

Le journal a reçu et publiera dans ses prochaines livraisons, les travaux suivants :

LABOULBÈNE ET MÉGNIN. — Mémoire sur les *Argas persicus* et *Tholosani*.

HERRMANN. — Sur la spermatogenèse des Sélaciens.

L. CHABRY. — Note sur quelques propriétés du bleu de Prusse.

TOURNEUX ET WERTHEIMER. — Description d'un monstre célosomien avec Spina bifida (hydrorachis interne).

GRÉHANT ET QUINQUAUD. — Recherches de physiologie pathologique sur la respiration.

BOULART. — Note sur un système particulier de sacs aériens observé chez quelques oiseaux.

CH. ROBIN ET HERRMANN. — Sur l'ossification des cartilages sterno-claviculaires, temporo-maxillaires et trachéens comparée à celle du tissu préosseux.

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro....................................	6 fr.	»
Un an, pour Paris................................	30	»
— pour les départements et l'étranger.......	33	»

Les abonnements partent du 1er Janvier.

Les treize premières années, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870-71, 1872, 1873, 1874, 1875, 1076 et 1877 sont en vente au prix de 20 fr. l'année, et de 3 fr. 50 la livraison. Les années 1878, 1879, 1880 et 1881, se vendent 30 f., et 6 fr. la livraison.

CE JOURNAL PARAIT TOUS LES DEUX MOIS, ET CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre;

2° L'*analyse* et l'*appréciation* des travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères;

3° Une *revue* des publications qui se font à l'étranger sur la plupart des sujets qu'embrasse le titre de ce recueil.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;

Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique*.

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie GERMER BAILLIÈRE et Cie, 108, boulevard Saint-Germain.

Saint-Denis. — Imprimerie de CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

5.1882

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR MM.

CHARLES ROBIN

MEMBRE DE L'INSTITUT,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine,

ET

G. POUCHET

Professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle.

DIX-HUITIÈME ANNÉE

N° 4. — Juillet-Août.

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

1882

Paru le 25 Août.

TABLE DES MATIÈRES

Le journal a reçu et publiera dans ses prochaines livraisons, les travaux suivants :

DARESTE. — Mémoire sur les anomalies des membres et le rôle de l'amnios dans leur production.
VARIOT. — Sur les nerfs des voies biliaires extra hépatiques.
L. CHABRY. — Note sur quelques propriétés du bleu de Prusse.
TOURNEUX ET WERTHEIMER. — Description d'un monstre célosomien avec Spina bifida (hydrorachis interne).
GRÉHANT ET QUINQUAUD. — Recherches de physiologie pathologique sur la respiration.
GRÉHANT et QUINQUAUD. — Mesure du volume de sang contenu dans un mammifère vivant.
CH. FÉRÉ. — Contribution à l'étude de la topographie cranio-cérébrale chez quelques singes.
DASTRE. — Recherches sur les lois de l'activité du cœur.
POUCHET. — Terminaisons vasculaires dans la rate de Scyllium cutulus.
BEAUREGARD et BOULART. — Recherches sur le larynx et la trachée des Balænides
BOULART. — Note sur un système particulier de sacs aériens observé chez quelques oiseaux.
CH. ROBIN ET HERRMANN. — Sur l'ossification des cartilages sterno-claviculaires, temporo-maxillaires et trachéens, comparée à celle du tissu préosseux.

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro	6 fr.	»
Un an, pour Paris	30	»
— pour les départements et l'étranger	33	»

Les abonnements partent du 1er Janvier.

Les treize premières années, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870-71, 1872, 1873, 1874, 1875, 1076 et 1877 sont en vente au prix de 20 fr. l'année, et de 3 fr. 50 la livraison. Les années 1878, 1879, 1880 et 1881, se vendent 30 f., et 6 fr. la livraison.

CE JOURNAL PARAIT TOUS LES DEUX MOIS, ET CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre;
2° L'*analyse* et l'*appréciation* des travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères;
3° Une *revue* des publications qui se font à l'étranger sur la plupart des sujets qu'embrasse le titre de ce recueil.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique*.

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie GERMER BAILLIÈRE et Cie, 108, boulevard Saint-Germain.

Saint-Denis. — Imprimerie de CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR MM.

CHARLES ROBIN

MEMBRE DE L'INSTITUT,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine,

ET

G. POUCHET

Professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle.

DIX-HUITIÈME ANNÉE

N° 5. — Septembre-Octobre.

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

—

1882

Paru le 15 Octobre.

TABLE DES MATIÈRES

Le journal a reçu et publiera dans ses prochaines livraisons, les travaux suivants :

VARIOT. — Sur les nerfs des voies biliaires extra hépatiques.
TOURNEUX ET WERTHEIMER. — Description d'un monstre célosomien avec Spina bifida (hydrorachis interne).
GRÉHANT ET QUINQUAUD. — Recherches de physiologie pathologique sur la respiration.
CH. FÉRÉ. — Contribution à l'étude de la topographie cranio-cérébrale chez quelques singes.
BEAUREGARD et BOULART. — Recherches sur le larynx et la trachée des Balænides
CH. ROBIN ET HERRMANN. — Sur l'ossification des cartilages sterno-claviculaires, temporo-maxillaires et trachéens, comparée à celle du tissu préosseux.

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro.. 6 fr. »
Un an, pour Paris.................................. 30 »
— pour les départements et l'étranger....... 33 »

Les abonnements partent du 1er *Janvier.*

Les treize premières années, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870-71, 1872, 1873, 1874, 1875, 1076 et 1877 sont en vente au prix de 20 fr. l'année, et de 3 fr. 50 la livraison. Les années 1878, 1879, 1880 et 1881, se vendent 30 f., et 6 fr. la livraison.

CE JOURNAL PARAIT TOUS LES DEUX MOIS, ET CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre;
2° L'*analyse* et l'*appréciation* des travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères;
3° Une *revue* des publications qui se font à l'étranger sur la plupart des sujets qu'embrasse le titre de ce recueil.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie GERMER BAILLIÈRE et Cie, 108, boulevard Saint-Germain.

Saint-Denis. — Imprimerie de CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR MM.
CHARLES ROBIN
MEMBRE DE L'INSTITUT,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine,
ET
G. POUCHET
Professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle.

DIX-HUITIÈME ANNÉE

N° 6. — Novembre-Décembre.

PARIS
LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108
Au coin de la rue Hautefeuille

1882

Paru le 5 Décembre.

LES CHEVAUX

DANS

LES TEMPS PRÉHISTORIQUES
ET HISTORIQUES

Par C.-A. PIÉTREMENT

1 fort volume grand in-8° de 850 pages. . . . . 15 fr.

PRÉCIS

DE

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE, POLITIQUE & MILITAIRE

A l'usage des Candidats aux Écoles militaires et aux deux baccalauréats

Par BOUGIER

Professeur d'histoire et de géographie au Lycée de Versailles.

1 volume in-8°. . . . . 7 fr.

GÉOGRAPHIE DE LA FRANCE

ET DE SES POSSESSIONS COLONIALES

Extrait du précédent ouvrage, par LE MÊME.

1 volume in-18. . . . . 3 fr. 50

ÉLÉMENTS

DE

MÉDECINE PRATIQUE

Par le Dr C.-F. KUNZE

Traduit sur la deuxième édition allemande par J. Knoeri

1 fort volume in-12. . . . . 4 fr. 50

REPRODUCTION DES CRYPTOGAMES

Par RIETSCH

Professeur suppléant à l'École de Pharmacie de Marseille.

1 volume grand in-8° avec figures. . . . . 5 fr.

CHAMPIGNONS

OBSERVÉS A LA ROCHELLE ET DANS LES ENVIRONS

Par BERNARD

Pharmacien-major de première classe.

1 volume in-8° avec atlas; planches noires. . . . . 15 fr.
Planches coloriées. 25 fr.

TABLE DES MATIÈRES

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro................................	6 fr.	»
Un an, pour Paris........................	30	»
— pour les départements et l'étranger........	33	»

Les abonnements partent du 1er Janvier.

Les treize premières années, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870-71, 1872, 1873, 1874, 1875, 1076 et 1877 sont en vente au prix de 20 fr. l'année, et de 3 fr. 50 la livraison. Les années 1878, 1879, 1880 et 1881, se vendent 30 fr., et 6 fr. la livraison.

CE JOURNAL PARAIT TOUS LES DEUX MOIS, ET CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre;

2° L'*analyse* et l'*appréciation* des travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères;

3° Une *revue* des publications qui se font à l'étranger sur la plupart des sujets qu'embrasse le titre de ce recueil.

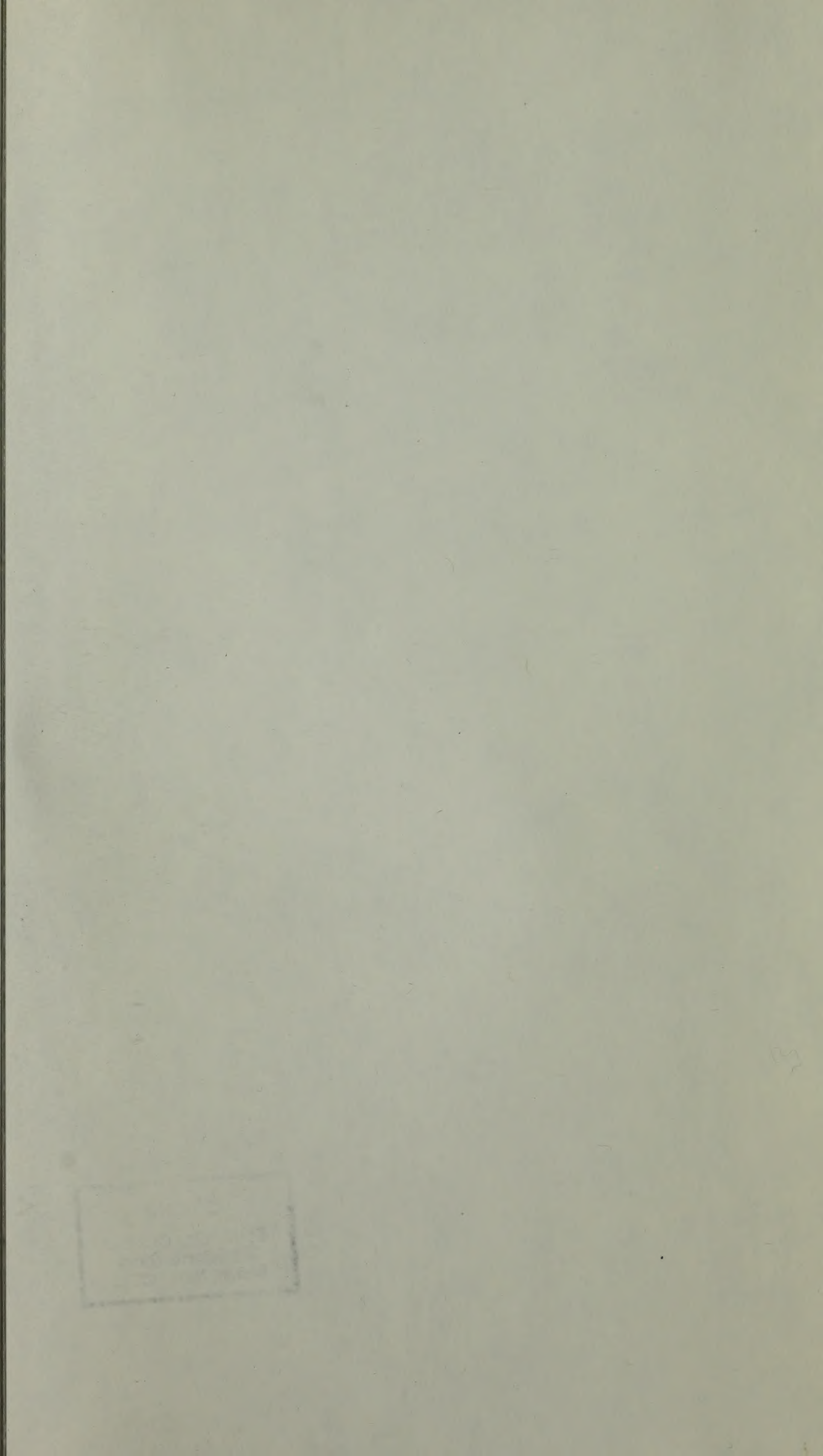
IL A EN OUTRE POUR OBJET :

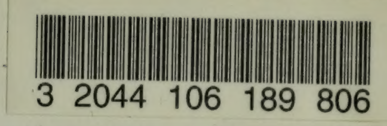
La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;

Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique*.

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie Germer Baillière et Cie, 108, boulevard Saint-Germain.

Saint-Denis. — Imprimerie de Ch. Lambert, 17, rue de Paris.




3 2044 106 189 806

